

生命栄養科学科 2008 年研究業績

A. 研究発表

1. 論文

(1) 切り干しダイコンの煮えにくさとペクチンの状態

(Relationship Between Pectin of Dried Japanese Radish Roots (Kiribosi Daikon) and Hard to Cook)

加賀田江里、小宮山展子、林 真愉美、淵上倫子、松浦 康

日本家政学会誌, 59, 575-582 (2008)

The relationship between the hardening of dried Japanese radish root and changes in pectin was investigated. When extracted with boiling water, the amount of pectin extracted from dried Japanese radish root was smaller than the amount of pectin from raw Japanese radish root. On the other hand, when pectin was successively extracted with boiling water and a hot oxalate buffer solution (pH 4.3), dried radish root was easily softened due to removal of calcium from tissues. The amount of pectin extracted from dried radish was almost the same as that from raw Japanese radish root. The results of gel-permeation chromatography and DEAE-Toyopearl chromatography showed that the pectin of the dried Japanese radish root degraded into low molecules. However, the dried Japanese radish root did not macerate in boiling water and acidic solution; it macerated when boiled in a neutral solution. This was caused by a β -elimination reaction.

(2) 焼きリンゴにおける多糖類の分解と組織の崩壊

(Degradation of Polysaccharides and Collapse of Tissues in Baked Apple)

淵上倫子、松浦 康、小宮山展子、林 真愉美、治部祐里、安川景子、栗田寛子、横畑直子

日本家政学会誌, 59, 871-879 (2008)

The relationship between the softening of baked apple and degradation of pectin and polysaccharides was investigated. Water soluble fractions of pectin and polysaccharides increased by baking at 170~180°C for 60 min. However, the oxalate soluble fraction of pectin and polysaccharides in baked apple decreased. Thus, the cause of softening of baked apple tissues appeared to be because the insoluble pectin and insoluble polysaccharides

formed a soluble state. Also, from the results of gel-permeation chromatography and DEAE-Toyopearl chromatography, the pectin and polysaccharides degraded into low molecules. It was found that the degradation was caused mainly by a hydrolysis reaction through malic acid under a high temperature and a weak acidic condition (pH 4.3), and not caused by a β -elimination reaction.

- (3) Inhibitory effect of juniperonic acid (Δ -5c, 11c, 14c, 17c-20:4, ω -3) on bombesin-induced proliferation of Swiss 3T3 cells

Jun-ichi Morishige, Naoki Amano, Kaoru Hirano, Hiroaki Nishio, Tamotsu Tanaka, and Kiyoshi Satouchi

Biol. Pharm. Bull., 31, 1786-1789 (2008)

Juniperonic acid (Δ -5c, 11c, 14c, 17c-20:4, JA) is a polymethylene-interrupted (PMI) fatty acid that occurs in *Biota orientalis*. In this study, we found that JA has an antiproliferative activity. Swiss 3T3 cells were preloaded with fatty acids before stimulation with bombesin, a mitogenic neuropeptide, and proliferation of the cells was assessed by [3 H] thymidine incorporation. Preloading of linoleic acid (Δ -9c, 12c-18:2) significantly enhanced bombesin-induced proliferation. In contrast, preloading of eicosapentaenoic acid (Δ -5c, 8c, 11c, 14c, 17c-20:5, EPA) suppressed proliferation. Likewise, cells preloaded with JA showed a significantly curtailed response to bombesin. The antiproliferative potency of JA was equivalent to that of EPA. Sciadonic acid (Δ -5c, 11c, 14c-20:3), an ω -6 analogue of JA did not show antiproliferative activity, suggesting that the importance of the ω -3 double bond rather than the PMI structure. The EPA-like activity of JA may be involved in the pharmaceutical activity of biota seeds, a phychoactive Chinese traditional medicine.

- (4) Diastereomeric difference of inclusion modes between (-)-epicatechin gallate, (-)-epigallocatechin gallate and (+)-gallocatechin gallate, with β -cyclodextrin in aqueous solvent

Takashi Ishizu Shinya Kajitani, Hiroyuki Tsutsumi, Hideji Yamamoto, and Kazunobu Harano

Magn. Reson. Chem., 46, 448-456 (2008)

Inclusion complexes of (-)-epicatechin gallate (ECg) as well as (+)-gallocatechin gallate (GCg) and β -cyclodextrin (β -CD) in an aqueous solution were investigated using several NMR techniques and a computational method. ECg and EGCg formed a 1:1 complex with

β -CD, in which the A ring and a portion of the C ring were included from the wide secondary hydroxyl group side of the β -CD cavity, and the B and B' rings were left outside the cavity. GCg formed a 1:2 complex with β -CD, in which the A and B rings of GCg were included by two molecules of β -CD. The difference between the two modes of inclusion of the 1:1 complex of ECg, EGCg- β -CD and the 1:2 complex of GCg- β -CD might have resulted from the size of the space between the B and B' rings in aqueous solution. As a result of nuclear Overhauser effect (NOE) experiments, GCg was considered to have a large enough space between the B and B' rings to include the B ring in the β -CD cavity; on the other hand, ECg and EGCg have no such large space.

(5) Effects of Variations in Starch Synthase on Starch Properties and Eating Quality of Rice

Tayayuki Umemoto, Tetsuya Horibata, Noriaki Aoki, Mayu Hiratsuka, Masahiro Yano, and Naoyoshi Inouchi

Plant Prod. Sci., 11, 472-480 (2008)

We evaluated the effects of functional variation in three starch synthases in rice (*Oryza sativa* L.)-granule-bound starch synthase I (GBSSI, *wx*), starch synthase I (SSI, *SSI*), and starch synthase IIa (SSIIa, *alk*)-between indica cultivar Kasalath and japonica cultivar Nipponbare on starch properties and eating quality. We used three near-isogenic lines-NIL(*Wx^a*), NIL(*SSI^b*), and NIL(*Alk*)-containing chromosomal segments of Kasalath on a Nipponbare genetic background. The *Wx^a* allele explained most of the difference in amylase content between the two cultivars, and decreased the peak viscosity and breakdown to less than half of those of Nipponbare. These changes reduced the quality of cooked rice both just after cooking and after storage at 5°C. The variation in also *SSIIa* also affected the eating quality after storage of cooked rice at 5°C. NIL(*Alk*) became harder and less sticky than Nipponbare, although the rices were comparable just after cooking. Differential scanning calorimetry revealed faster retrogradation of the once-gelatinized starch in NIL(*Alk*). The variation in SSI alleles hardly affected these properties.

(6) Structure and Viscoelastic Properties of Starches Separated from Different Legumes

Narpinder Singh, Yoshiko Nakaura, Naoyoshi Inouchi, and Katsuyoshi Nishinari
Starch/Stärke, 60, 349-357 (2008)

A comparison between the morphological, structural, thermal and viscoelastic properties of

starches separated from pigeon pea, chickpea, field pea, kidney bean and blackgram was made. The shape of the starch granules in the different legumes varied from oval to elliptical or spherical. X-ray diffraction of the legume starches indicated a typical C-pattern (mixture of A- and B-type). Granules of blackgram and pigeon pea starch had a higher degree of crystallinity than those of field pea and kidney bean starches. Apparent amylose content of field pea, kidney bean, chickpea, blackgram and pigeon pea starch was 37.9%, 36.0%, 34.4-35.5%, 32.9-35.6% and 31.8%, respectively. Distribution of isoamylase-branched materials among the starches revealed that the proportions of long and short side chains of amylopectin ranged between 13.6-18.5% and 41.7-46.5%, respectively. Field pea and kidney bean starch had the highest apparent amylose content and the lowest amount of long side chains of amylopectin, respectively. Blackgram and pigeon pea starch possessed higher proportions of both long and short side chains of amylopectin than field pea and chickpea starches. The onset, peak and conclusion temperatures of gelatinization (T_o , T_p and T_c , respectively) were determined by differential scanning calorimetry. T_o and T_c ranged from 59.3 to 77.3°C, 66.8 to 79.6°C, 55.4 to 67.6°C and 68.3 to 69.3°C, respectively, for chickpea, blackgram, field pea and kidney bean starch. The enthalpy of gelatinization (ΔH_{gel}) of field pea, kidney bean, chickpea, blackgram and pigeon pea starches was 3.6, 3.0, 2.6-4.2, 1.6-1.7 and 2.6 J/g, respectively. Pastes of blackgram and pigeon pea starches showed lower storage and loss shear moduli G' than field pea, kidney bean and chickpea starches. The changes in moduli during 10 h at 10°C revealed retrogradation in the order of: field pea > kidney bean > chickpea > blackgram > pigeon pea starch. In blackgram and pigeon pea starches, the lower proportion of amylose plus intermediate fraction and higher proportion of short and long side chains of amylopectin are considered responsible for the higher crystallinity, gelatinization temperature and enthalpy of gelatinization.

- (7) Functions of fenugreek gum with various molecular weights on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch – 2: Characterizations of starch and investigations of corn starch/fenugreek gum composite system at a relatively low starch concentration; 5w/v%.

Food Hydrocolloids, 22, 777-787 (2008)

Takahiro Funami, Yohei Kataoka, Sakie Noda, Mika Hiroe, Sayaka Ishihara, Iwao Asai, Rheo Takahashi, Naoyoshi Inouchi, and Katsuyoshi Nishinari

Gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch were investigated in an aqueous system in the presence or absence of fenugreek gum with various molecular weights. The

addition of fenugreek gum (0.5 w/v%) increased peak viscosity of the composite system (5% starch) during gelatinization when coil overlap parameter $C[\eta]$ and weight-average molecular weight M_w of the gum were larger than 2.38 and 87.0×10^4 g/mol, respectively, shifting the onset of viscosity increase to lower temperatures. It increased dynamic mechanical loss tangent $\tan \delta$ of the composite system after storage at 4°C for 24h and also an exponent n determined by the power-law regression between dynamic complex viscosity η^* and frequency ω , $\eta^* = K \omega^n$, indicating the lowering of structural hardening of the composite system during short-term retrogradation (24-h time scale). This effect of fenugreek gum was less M_w dependent when $C[\eta]$ and the M_w of the gum were equal to or larger than 4.05 and 18.3×10^5 g/mol, respectively, relating to the decrease in the amount of amylose (or amylose-like components) leached out starch granules during gelatinization. The addition of fenugreek gum decreased dynamic storage modulus G' of the composite system after storage at 4°C for 24h and also a constant K when $C[\eta]$ and the M_w of the gum were equal to or smaller than 4.05 and 18.3×10^5 g/mol, respectively, without altering the rate constant k determined rheologically by the time-course of G' during short-term retrogradation. The addition of fenugreek gum increased syneresis of the composite system after storage at 4°C for 24h when $C[\eta]$ and the M_w of the gum were equal to or smaller than 0.65 and 11.1×10^4 g/mol, respectively, while decreased when $C[\eta]$ and the M_w of the gum were equal to or larger than 4.05 and 18.3×10^5 g/mol, respectively, according to the rheological data. These critical M_w values for fenugreek gum were compared with corresponding data for guar gum, an alternative galactomannan with a different galactose/mannose ratio, and the functions of galactomannans were discussed on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch in an aqueous system.

(8) Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: Soybean-soluble polysaccharide and gum arabic

Takahiro Funami, Makoto Nakauma, Sakie Noda, Sayaka Ishihara, Iwao Asai, Naoyoshi Inouchi, and Katsuyoshi Nishinari

Food Hydrocolloids, 22, 1528–1540 (2008)

Gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch were investigated in an aqueous system in the presence or absence of some anionic polysaccharides, soybean-soluble polysaccharide (SSPS), and gum Arabic (GA). Weight-average molecular weight was almost equivalent between SSPS and GA, while z-average

root-mean-square radius of gyration of GA was ca. twice as large as that of SSPS. The addition of each polysaccharide (0.1-1 w/v%) decreased the peak viscosity of the composite system (starch concentration: 5% or 13%) during gelatinization, and this effect of SSPS was greater than that of GA at the higher starch concentration. It also shifted the onset of viscosity increase to lower temperatures at the higher starch concentration, but no difference was seen in this effect between SSPS and GA. The addition of each polysaccharide (0.1-1%) decreased the amount of amylose leached during gelatinization, and this effect of SSPS was generally greater than that of GA. It hardly altered, on the other hand, the average particle diameter of the starch granules after gelatinization. "Starch ghosts" were less frequently observed microscopically in the presence of each polysaccharide, which appeared to exist around the surface of the starch granules to inhibit amylose leaching. The addition of each polysaccharide (0.5%) increased the rate constants, representing short-term (~24h) retrogradation of starch (5%). It also decreased the saturated dynamic storage modulus of the composite system after storage at 4 °C for 24h, and this effect of SSPS was greater than of GA with larger amount of syneresis generated. The results were discussed mainly in relation to the phase arrangement between starch components and each polysaccharide.

(9) Inflammation resolved by retinoid X receptor-mediated inactivation of leukotriene signaling pathways

Auinash Kalsotra, Liping Du, Ying Wang, Patricia A. Ladd, Yasushi Kikuta, Madeleine Duvic, AAlan S. Boyd, Diane S. Keeney, and Henry W. Strobel
FASEB J., 22, 2538-2547 (2008)

Leukotrienes are implicated in the pathogenesis of diverse, inflammation-driven diseases. Metabolic inactivation of leukotriene signaling is an innate response to resolve inflammation, yet little is known of mechanisms regulating disposition of leukotrienes in peripheral tissues afflicted in common inflammatory diseases. We studied leukotriene hydroxylases (CYP4F gene products) in human skin, a common target of inflammation and adverse drug reactions. Epidermal keratinocytes express at least six CYP4F enzymes; the most highly expressed and highly regulated is CYP4F3A-the main neutrophil leukotriene hydroxylase. Differentiation-specific factors and retinoids are positive CYP4F regulators in vitro, effecting increased leukotriene B4 hydroxylation (inactivation). CYP4F expression is up-regulated in situ in hyperproliferative dermatoses-an innate mechanism to repair and restore epidermal barrier competency-and after retinoid therapy. Enhanced CYP4F-mediated inactivation of leukotriene signaling is a previously unrecognized

antiinflammatory property of therapeutic retinoids mediated by preferential interactions between retinoid X receptors and CYP4F promoter elements in epidermal cells.

- (10) Two types of β -fructofuranosidases from *Aspergillus oryzae* KB.

Masahiro Kurakake, Kenji Ogawa, Motoki Sugie, Akihiro Takemura, Kouji Sugiura, and Toshiaki Komaki

Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 591–596 (2008)

Aspergillus oryzae KB produces two types of β -fructofuranosidases, F1 and F2. F1 produces 1-kestose, nystose, and fructosyl nystose from sucrose through its transfructosylation action. F2 hydrolyzes sucrose to glucose and fructose. N-Terminal amino acid sequences of the purified enzymes were DYNAAPPNLST for F1 and YSGDLRPQ for F2. Each enzyme encoding gene was identified in the genome of *Aspergillus oryzae*. Although the KB strain showed a higher production of F2 than that of F1 in a low sucrose liquid medium, F2 production gradually decreased while F1 production increased with increasing sucrose concentration in the medium. Synthesis of F1 and F2 mRNAs analyzed on RT-PCR corresponded to individual enzymatic production. During liquid culture of the KB strain, F1 synthesizes fructooligosaccharides from sucrose through transfructosylation, and F2 gradually hydrolyzes it. In a highly concentrated sucrose medium, intake of sucrose into the KB strain was depressed by F1 through synthesis of transfer products, fructooligosaccharides

- (11) Pasting characteristics of maize starch heat-treated with different water-ethanol mixtures

Masahiro Kurakake, Masahiro Noguchi, Kiyofumi Fujioka, and Toshiaki Komaki
Cereal Chemistry, 85, 566–570 (2008)

Pasting characteristics of maize starch heat-treated with six different water-ethanol mixtures (water : ethanol (%) in weight base = 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50) were investigated in which the treated starches were named as EW 0, 10, 20, 30, 40, and 50, respectively. The endotherms in DSC analysis shifted to a higher temperature as the water content in water-ethanol mixture increased. The removed amount of fatty acids was much higher in treatments for EW 10, 20 and 30. The RVA peak viscosity of EW 10 and 20 were highest among the treated starches, and their setbacks were more than twice that of untreated starch. The characteristic change in the RVA viscogram corresponded to the amount of leached amylose from the granule. EW 30 displays similar properties as

conventional heat-moisture treated starch, but maintained a higher viscosity of about 300RVU throughout the heating process. In the treatment with the water-ethanol mixture, heat-moisture treatment and defatting effects generated new types of modified starches. EW 40 and 50 had no clear pasting peak on RVA, and showed a viscosity at low temperature similar to granular cold water gelling.

- (12) 思春期および妊娠期における母ラットの食餌制限が母体と子の発育に及ぼす影響
木村安美、水上戴子
日本家政学会誌、59 (10)、813-823 (2008)

We studied the influence of food restriction through puberty and the puberty-pregnancy period in rats and the effects on the growth of offspring. We prepared three groups of 7 week old female rats: the CC group was fed ad libitum a diet containing 10% casein and 10% soy protein; another two food-restricted groups were fed 30% less than the CC group through puberty (RC group) or through the puberty-pregnancy period (RR group). Pair-feeding of the food-restricted and ad libitum-fed animals was carried out. All groups were fed ad libitum during the lactation period. Food restriction through puberty or the puberty-pregnant period reduced the maternal body weight gain of the RC and RR groups comparing with the CC group. The number of newborn pups per litter of the RC and RR groups was significantly smaller than that of the CC group. Body weight and organ weight of newborn pups of the RC and RR groups were significantly lower than those of the CC group. Survival rate in the period from birth to weaning of RC and RR groups was lower than that of CC group. At 3 weeks after birth retarded growth was observed in the weaning offspring of the RC and RR groups compared with the CC group. We concluded that food restriction through the puberty-pregnant period markedly affected maternal body and the growth of offspring. Moreover, food restriction through just the puberty period also had a remarkable influence on the growth of offspring.

- (13) Calcium, dairy foods, vitamin D and colorectal cancer risk: The Fukuoka Colorectal Cancer Study
Tetsuya Mizoue, Yasumi Kimura, Kengo Toyomura, Jun Nagano, Suminori Kono, Ryuichi Mibu, Masao Tanaka, Yoshihiro Kakeji, Yoshihiko Maehara, Takeshi Okamura, Koji Ikejiri, Kitaroh Futami, Yohichi Yasunami, Takafumi Maekawa, Kenji Takenaka, Hitoshi Ichimiya, and Nobutoshi Imaizumi
Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention., 17(10), 2800-2807 (2008)

Experimental data show that calcium and vitamin D have an anti-carcinogenic effect in the colorectum, but epidemiologic evidence is limited in Asian populations. The authors examined the association of intakes of these nutrients and dairy foods with risk of colorectal cancer in a case-control study among Japanese, whose typical diet is low in calcium but high in vitamin D. Diet was assessed through interview about 148 dietary items. In a multivariate logistic regression analysis adjusting for potential confounding variables, calcium intake was statistically significantly, inversely associated with colorectal cancer risk (P for trend = 0.02); the odds ratio for the highest versus lowest quintile of calcium intake was 0.67 (95% confidence interval: 0.47, 0.96). High intakes of vitamin D was associated with, albeit statistically nonsignificant, decreased colorectal cancer risk, and the association was evident among those who had less chance of sunlight exposure (P for trend = 0.02). A decreased risk of colorectal cancer with high calcium intakes was confined to those who had higher levels of vitamin D intake or those who had greater chance of sunlight exposure. These results add to support for a joint action of calcium and vitamin D in the prevention of colorectal carcinogenesis.

- (14) Eicosapentaenoic acid supplementation for chronic hepatitis C patients during combination therapy of pegylated interferon alpha-2b and ribavirin
Aiko Kawashima, Ikuyo Tsukamoto, Tomoko Koyabu, Yasuko Murakami, Takayo Kawakami, Naoko Kakibuchi, Kouichi Takaguchi, Keiji Kita, and Misako Okita
Lipids, 43, 325-333 (2008)

Eicosapentaenoic acid (EPA) (1.8 g/day) was administered to 12 chronic hepatitis C patients receiving combination therapy of pegylated interferon (PEG-IFN) alpha-2b and ribavirin for 48 weeks (EPA group). Twelve patients were not administered EPA (control group). All patients also received vitamin E and C (300, 600 mg/day, respectively) during the therapy. Serum alanine aminotransferase improved to a normal level in 8 of 12 patients from the EPA group and 6 of 12 patients from the control group after 12 weeks. Lymphocyte counts decreased significantly after 8 weeks in the control group, but not the EPA group. T-helper (Th) 1 decreased after 4 weeks in the control group, but not in the EPA group (two-way ANOVA; $P < 0.05$). Th1/Th2 ratios were elevated in 9 of 12 patients in the EPA group, and 3 out of 12 in the control group ($P < 0.05$) after 8 weeks. After 12 weeks, the arachidonic acid/EPA molar ratio of erythrocyte membrane phospholipid correlated negatively with the leukocyte count ($n = 24$, $r = -0.439$, $P < 0.05$) and the neutrophil count ($n = 24$, $r = -0.671$, $P < 0.02$). The hemoglobin level improved after 48 weeks compared with 24 weeks in only the EPA group. These findings suggest that EPA

supplementation may be useful in therapy for chronic hepatitis C.

(15) 管理栄養士教育における客観的臨床能力試験 (OSCE) 評価の試み

川上貴代、久保田 恵、川上祐子、小薮智子、富岡加代子、村上泰子、沖田美佐子
栄養学雑誌, 66 (3), 133-140 (2008)

客観的臨床能力試験 (OSCE) を栄養教育実習に導入し、独自に作成した評価表を用いて信頼性、問題点を検討した。3 年次の学外実習前で、主な基礎、及び専門科目を履修している管理栄養士課程の学生 34 名を対象とした。2 名の評価者間の平均得点に明らかな差はみられず、各評価者から得られた得点には有意な相関が認められた。評価項目間の偏りは大きく、17 項目中 2 項目は通過率が 90% 以上であったが、1 項目は 10% 未満であった。評価表における Chronbach の信頼性係数 α は 0.756 で、高い信頼性が得られた。同時複数項目削減相関係数法による分析では、「インタビューの過程」は 7 項目、「情報収集」は 2 項目が相関係数 0.3 を下回った。評価の信頼性は確保されたが、評価項目自体の必要性等は改めて検討すべきである。しかし、この評価尺度を学習者へのフィードバックやチェックリストとして使用することは、教育上、臨床で、意義があると考えられた。

2. 報文

(1) 木質由来廃棄物バイオマスの酵素糖化

(Utilization of cellulose-relating biomass resources, municipal wastes by enzymatic hydrolysis.)

倉掛昌裕

福山大学生命工学部年報 (7), 11-19 (2008)

木質バイオマス (セルロース系) 廃棄物の有効利用として粉砕処理したコピー紙およびダンボール紙を 40℃ で酵素反応させたところ、セルロースからのグルコース生成量は増加し続け、168 時間でそれぞれ 550 mg/g (収率 79%) および 400mg/g (収率 69%) に達し、また、反応に伴う酵素の失活はなく安定性が維持された。粉砕処理においてセルロース鎖間の水素結合が物理的に切断されるが、再生紙の場合、セルロース鎖間の再配列が均一でないためその処理効果が高められ糖化反応が促進したものと考えられた。湿式粉砕後、乾燥させることなく酵素反応させ、反応 24 時間後に一度再粉砕を行うことで 48 時間後での収率は、粉砕乾燥させた場合の約 1.5 倍になった。ダンボール紙を粉砕後、水およびアセトンで洗浄し酵素反応さ

せたとき、水、アセトンでの洗浄の順で反応性は高まり、アセトン洗浄での糖化促進効果は残存するコーティング剤などの夾雑物がセルロース表面から除去されることで酵素親和性が高まったことによると考えられた。酸およびアルカリ前処理をダンボール紙、牛乳パック、カタログ紙に対して行ったところ、コーティングされたカタログ紙を除いて、酵素反応促進効果はほとんどなく、低下するものさえあった。古紙およびダンボール紙は湿式粉碎を逐次行うことで酵素によるグルコースの収率が高まり、さらに時間をかけて反応させることで高収率になることがわかった。その実用化における評価を行ったところ、高額である酵素剤に対しては農産系バイオマス廃棄物を培地とするフスマ麹式固体培養による酵素生産も組み入れたバイオマスリサイクルシステムの必要性が示唆された。

3. 学会発表

(1) Establishment of a Processing method for Peach Jam using High Pressure Compared to the Heat-induced Method

Michiko Fuchigami, Keiko Yasukawa, Yuri Jibu, Hiroko Kuwada, and Ai Teramoto
IFHE (The International Federation for Home Economics) World Congress,
(Lucerne, Switzerland) Abstract Book Research Papers, p.107 (2008-7)

Objectives of this study were to research the relationship between pectin and the softening of peach by soaking in citric acid solutions, pressurizing or heating, to compare two processing methods, high-pressure-induced peach jam and heat-induced peach jam. Peach was diced into 1cm pieces and soaked in citric acid solutions (pH 2.0, 2.2 or 2.5) for 24 hrs at 35°C. Also, the vacuum-packed pieces were pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, then texture, structure and pectin were measured and eight kinds of peach jam were produced. They were soaked in citric acid solutions, mixed in a ratio of 2:1 with homogenized peach then sucrose was added (final sugar 65% at pH 2.0 or 2.5, or final sugar 50% or 60% at pH 2.5). These were vacuum-packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, respectively. Steady-flow viscosity, thixotropy and dynamic-viscoelasticity of peach jam were then measured. About 88% of the peach pectin was water-soluble-pectin and high-methoxyl-pectin. Amount and composition of the pectin did not change by pressurization, but pectin degraded through trans-elimination by heating. Firmness of the peach decreased greatly when soaked at pH 2.0 > heated > soaked at pH

2.2 or 2.5 > pressurized, due to the removal of Ca^{2+} from soaking or trans-elimination from heating. Fresh flavor and color of pressure-induced-jam were better than the heat-induced-jam. However, there was no great difference in texture or sensory evaluation between pressure-induced and heat-induced jam.

(2) Effects of Pressure-shift-freezing, Thawing Temperature and an Addition of Sucrose on the Rheology of Frozen Egg Yolk

Yuri Jibu, Hiroko Kuwada, Keiko Yasukawa, Ai Teramoto, and Michiko Fuchigami
IFHE (The International Federation for Home Economics) World Congress,
(Lucerne, Switzerland) Abstract Book Research Papers p.136 (2008-7)

When raw egg is frozen-thawed, the quality of yolk becomes worse due to damage of emulsion. A non-freezing area (liquid phase) below 0°C exists under high pressure. When food is pressurized to liquid phase, it does not freeze. However, when pressure is released, it freezes quickly. The objective of this study is to research the effects of pressure-shift-freezing and the addition of sucrose on improving the quality of frozen egg yolk. Egg yolk with 0%, 5%, 10% or 20% sucrose was pressurized for 30 min at -10°C , 100 MPa or -15°C , 150 MPa using a high pressure food processor. After depressurization, the samples were stored for 1 day at -30°C then thawed at 20°C or 45°C . Steady-flow viscosity, thixotropy and dynamic-viscoelasticity of yolk were measured. They were compared with non-frozen egg yolk and yolk frozen in freezers (-20°C , -30°C or -80°C) or placed in a pressure vessel at -10°C , 0.1 MPa or -15°C , 0.1 MPa. When yolk was pressurized at -10°C , 100 MPa or -15°C , 150 MPa, and then released from pressure, the temperature of the samples increased immediately and thus froze quickly by pressure-shift-freezing. Viscosity of frozen-thawed yolk increased according to the increase of pressure due to pressure-denaturation of protein. However, as thawing temperature became higher ($45^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$) and as the addition of sucrose increased, an increase of viscosity was prevented. Pressure-shift-freezing at 100 MPa and -10°C and thawing at 45°C or with an addition of sugar were found effective in improving the quality of frozen yolk.

(3) Texture and Structure of Pressure-shift-frozen Kappa-carageenan Gel

Naoko Watanabe-Yokohata, Ai Teramoto, Yuri Jibu, Hiroko Kuwada, and Michiko Fuchigami

15th International Congress of Dietetics (Yokohama, Japan) Abstract Book p. 277
(2008-9)

Aim: With food gels that have high water content, damage to structures through freezing is extensive and texture after thawing becomes unacceptable. Such gels frozen at 0.1 MPa do not recover their gel phase when thawed. Under high pressure, a non-freezing region below 0°C exists. This study was to research the effects of high pressure and the addition of sucrose on improving the quality of frozen kappa-carageenan gel.

Methods: 2.0 % kappa-carrageenan gels {with 0.2% potassium 2 hydrogen phosphate and 0%, 5%, 10% or 20% sucrose (W/W)} were pressurized for 60 min at 0.1 ~ 686 MPa and -20°C. After reduction of pressure, gels were stored for 1 day at -30°C then thawed at 20°C. Texture and structure (cryo-SEM observation) were compared with the non-frozen gel or gels frozen in freezers (-20°C, -30°C or -80°C) at atmospheric pressure (0.1 MPa).

Results: Exothermic peaks were detected at 0.1, 100, 600 ~ 686 MPa (freezing). However, at 200 ~ 400 MPa, gels were supercooled and froze rapidly with released pressure (pressure-shift-freezing). Thus, the amount of syneresis from gel pressure-shift-frozen at 200 ~ 400 MPa was smaller than that from gels frozen at other pressures. The rupture stress of gels frozen at 0.1, 100, 600 ~ 686 MPa decreased remarkably, strain and the size of ice crystals increased, and quality declined. The quality of pressure-shift-frozen gels was better than the other treated gels. With the increase of sucrose, the appearance, texture and structure of all gels improved.

Conclusion: Pressure-shift-freezing at 200 MPa ~ 400 MPa and the addition of sucrose were effective in improving the quality of frozen kappa-carageenan gel.

(4) Changes in Pectin and Histological Structure of Chinese Quince During Cooking
Yuri Jibu, Kayoko Ishii, Hiroko Kuwada, Ai Teramoto, Sachiko Makio, and Michiko Fuchigami

The 4th Joint Conference on Nutrition between Okayama Prefectural, Sichuan and Woosong Universities (Woosong University, Daejeon, KOREA) Abstracts p. 14-15 (2008-9)

Raw Chinese quince is extremely firm because it contains stone cells. However, it becomes soft easily when cooked. The relationship between properties of pectic substances and maceration of tissues during cooking was investigated. Chinese quince was cut into disks (10mm in diameter, 5mm thick) and disks were dropped into boiling distilled water and cooked for 15, 30 or 60 min. Changes in firmness was determined using a Rheometer (Fudoh Kogyo Ltd., Tokyo). Pectic substances of raw and cooked samples were successively extracted as follows: 0.01N HCl solution (pH2.0) at 35°C, 0.1M sodium acetate buffer (pH4.0) at 35°C and 2% sodium hexametaphosphate solution (pH4.0) at

90°C. These extracts were designated as PA, PB and PC, respectively. The amounts and degree of esterification of PA, PB and PC were determined and DEAE-cellulose column chromatography of PA, PB and PC was performed. The other dietary fibers were determined. Changes in firmness of disks after each extraction were determined, and also changes in histological structure during cooking and during each extraction were observed using a light microscope and a cryo-scanning electron microscope (S-4500, Hitachi, Ltd. Tokyo). Raw Chinese quince was firm because it contained a large amount of pectic substances, hemicellulose, cellulose and lignin. However, it was softened when cooked in water for 15min. As the disks became softer, the amount of pectic substances in the disks decreased. The tissues were extremely softened by soaking in 0.01N HCl solutions of pH 2.0 at 35°C. The middle lamella (rich in pectic substances) separated when cooked for 15 min and the primary cell walls were looser after 30min cooking. PA, PB and PC of raw Chinese quince were 45%, 15% and 40%, respectively. When cooked, high methoxyl pectin (PA) degraded by transelimination and dissolved in cooking water; consequently, middle lamella enlarged as the cell walls became loosely connected and the degree of esterification (DE) of pectin in cooked tissues decreased. The DE of pectin was higher (PA>PB>PC) than the other vegetables. PA, PB and PC were separated into neutral and acidic polysaccharides by DEAE-cellulose column chromatography. The neutral polysaccharides of PA were arabinan and the side chains of acidic polysaccharides consisted of mainly arabinose and galactose. Raw Chinese quince tissues, while extremely firm, can be softened by thermal maceration through transelimination of high methoxyl pectin.

(5) Establishment of a Processing Method for Yuzu Marmalade using High Pressure Compared to the Heat-induced Method

Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Ai Teramoto, Sachiko Makio, and Michiko Fuchigami
The 4th Joint Conference on Nutrition between Okayama Prefectural, Sichuan and Woosong Universities (Woosong University, Daejeon, KOREA) Abstracts p. 12-13 (2008-9)

Yuzu (*citrus Junos* TANAKA) is a typical Japanese citrus. Because the smell of peel is desirous, it is used in Japanese dishes and marmalade. Smell is maintained by pressurization, but peel does not soften because pectin does not degrade through trans-elimination. The objectives of this study were establishing the processing method of pressure-induced marmalade and comparing it with heat-induced marmalade. Peel (flavedo) of *Yuzu* was sliced and soaked in 2% citric acid solution (pH 2.0). Peel (albedo),

segment wall and juice sacs were homogenized with 0.3% citric acid solution (pH 2.5). After soaking 30 min, 3 hr, 5 hr, 8 hr or 24 hr, peels were mixed and sucrose was added (final sugar 50% or 60%). The samples were vacuum packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa using a Dr. Chef high pressure food processor (Kobe Steel Ltd.) or boiled in hot water for 10 min, respectively. The rupture stress and strain of peel were measured by a creepmeter (Rheoner, RE-33005, Yamaden Ltd.). Steady-flow viscosity, thixotropy and dynamic-viscoelasticity (G' , G'' and dynamic-viscosity) of marmalade without peel were measured using a Rheosol-G3000 (UBM Ltd.). The structure was observed with a cryo-scanning electron microscope (S-4500, Hitachi Ltd.). Firmness of peel decreased as soaking time lengthened with the removal of Ca^{2+} , and became softer at pH 2.0 than when it was soaked at pH 2.5. By cryo-SEM observation, the cell walls of flavedo soaked for 3 hr did not loosen, but the middle lamella separated after soaking 24 hr. It was found that the albedo contained a greater amount of high methoxyl pectin than the flavedo. Also, the structure was spongy and the cell wall became loose after 3 hr soaking. The viscosity of heat-induced marmalade was higher than high-pressure-induced marmalade. However, high-pressure-induced marmalade with 50% sugar was evaluated as best by sensory test because fresh flavor was maintained.

(6) A Processing Method for Strawberry Jam using High Pressure Compared to Heat-induced Methods

Yuri Jibu, Hiroko Kuwada, Naoko Yokohata, Sachiko Makio, Ai Teramoto, and Michiko Fuchigami

14th World Congress of Food Science & Technology (Shanghai, China) Abstracts p. 216 (2008-10)

INTRODUCTION

Objectives of this study were to research the relationship between pectin and the softening of strawberries by soaking in citric acid solutions, pressurizing or heating, and comparing the two processing methods, high-pressure-induced and heat-induced strawberry jam.

MATERIALS AND METHODS

Strawberries were cut into two pieces and soaked in citric acid solutions (pH 2.0, 2.2, 2.5 or 3.0) for 24 hrs at 35°C with texture measured using a creepmeter. Also, vacuum-packed pieces were pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min. Pectic substances of raw, pressurized, boiled or soaked samples were successively extracted as follows: distilled water, 0.01N HCl (pH 2.0) at 35°C, 0.1M sodium acetate buffer (pH 4.0) at 35°C, 2% sodium hexametaphosphate (pH 4.0) solution at 90°C, and 0.05N HCl at 90°C. Changes in

histological structure were observed using a cryo-scanning electron microscope. Four kinds of strawberry jam were produced. Strawberries were soaked in citric acid solutions, mixed in a ratio of 1:1.5 with homogenized strawberry then sugar was added (final sugar 62% at pH 2.2). Also, 0.6% pectin was added to half of the sample. These were vacuum-packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, respectively. Steady-flow viscosity, thixotropy and dynamic-viscoelasticity of strawberry jam were then measured.

RESULTS AND DISCUSSION

Firmness of the strawberry decreased greatly when soaked at $\text{pH } 2.0 > 2.2 > 2.5 > 3.0$, due to the removal of Ca^{2+} by soaking. About 86% of the strawberry pectin was water-soluble pectin and high-methoxyl-pectin. The amount of pectin decreased by heating through trans-elimination, but it only slightly decreased by pressurization. Flavor, color and total evaluation of pressure-induced-jam were better than the heat-induced-jam. The strawberries contained about 0.4% pectin, therefore an addition of 0.6% pectin was needed for high-pressure-induced jam.

(7) 高圧力を利用したイチゴジャムに関する研究

治部祐里、栗田寛子、渡邊（横畑）直子、寺本あい、槇尾幸子、淵上倫子
日本家政学会第 60 回大会（東京）研究発表要旨集、p. 110（2008-5）

【目的】イチゴに含まれるペクチン量を分別定量し、高圧力処理、加熱処理、糖・酸浸漬によるペクチン質組成の変化を比較するとともに、高圧力処理によるイチゴジャムを作製した。【方法】生および各種処理したイチゴよりペクチンを分別定量し、物性をクリープメータで破断強度解析し、組織構造をクライオ走査電子顕微鏡で観察した。ペクチン無添加およびペクチン添加のジャムを作製した。イチゴをクエン酸で pH 2.2 として 35℃24 時間浸漬後、糖度 62% となるよう糖を加えた。ペクチン添加ジャムには、0.6% 量のペクチンを添加した。これらの試料を 500MPa で 30 分間高圧力処理または 100℃で 10 分間加熱処理し、動的粘弾性測定装置を用いて定常流粘性、チクソトロピー性、動的粘弾性の測定、組織構造の観察、官能評価を行った。【結果】イチゴのペクチンには、低分子量の水可溶性ペクチン(WSP)が多く、WSP より分子量が大きい高メトキシルペクチンである PA は、高圧力処理、加熱処理、糖・酸浸漬により減少した。低エステル化度である PB は、酸・糖浸漬のみ増加した。イチゴは糖浸漬、高圧力処理、加熱処理によって軟化し、クエン酸溶液に浸漬すると、pH が低下するほど軟化した。組織観察すると、糖浸漬では脱水して収縮し、空隙が多くみられた。細胞壁は各種処理によりややゆるみ、加熱処理ではさらにゆるみが促進した。ジャムにすると細胞壁がほとんどみられなくなった。高圧ジャムのほうが加熱ジャムより色、香り、総合評価がよかった。イチゴに 0.4% しかペクチ

ンが含まれていなかったため、ペクチン無添加ジャムはソースのようなさらさらの状態では軟らかすぎ、ペクチン添加ジャムの方が良い評価が得られた。

(8) 圧力移動凍結したカスタードクリームの物性

治部祐里、桑田寛子、横畑直子、寺本あい、安川景子、淵上倫子

日本調理科学会平成 20 年度大会（名古屋）研究発表要旨集、p. 12（2008-8）

【目的】水分含量の多いカスタードクリームは凍結後の損傷が大きい。しかし高圧力下の 0℃以下でも凍らない不凍域（液相）に保持した後、急激に圧力解除すると急速凍結（圧力移動凍結）するため組織的に良好な状態を保つことができる。本研究では 3 種類の冷凍カスタードクリームの品質改善に対する圧力移動凍結の効果を検討した。【方法】粉材料として小麦粉、コーンスターチ、タピオカを使用した 3 種類のカスタードクリームを真空包装し、食品高圧処理装置（神戸製鋼所製 Dr. Chef）を用い、-10℃100MPa、-15℃150MPa、-20℃200MPa で約 50 分間圧力移動凍結後、-30℃で凍結保存後解凍し、外観の観察、離水率の測定、定常流粘性、チクソトロピー性、動的粘弾性の測定、官能評価を行った。これらを大気圧下の -10℃、-15℃、-20℃の圧力容器内凍結、および -20℃、-30℃、-80℃のフリーザー凍結したものと比較した。【結果】圧力移動凍結したカスタードクリームは、急速凍結により氷結晶の成長が抑えられ、離水が少なく、物性も良好だった。しかしコーンスターチを使用したカスタードクリームは離水が多く、ボソつきがあり味が低下し、冷凍には適していないことが明らかとなった。大気圧下で圧力容器内凍結すると、-20℃フリーザー凍結よりも凍結時間が短縮し、離水率が減少した。フリーザー凍結すると、凍結温度が高いほど離水率が増加し、口触りや味が低下した。小麦粉、タピオカを使用したカスタードクリームでは、-30℃、-80℃フリーザー凍結でも凍結温度が低いいため圧力容器内凍結と同程度の急速凍結が可能となり、凍結解凍後の品質が保たれ、味も未処理に近いと評価された。

(9) 野菜の冷凍処理とおいしさ

淵上倫子

おいしさマイスター制度認定セミナー：食品の調理・加熱・冷凍処理とおいしさ、
II. 野菜の冷凍処理とおいしさ、ISS 産業科学システムズ（東京）講演要旨集、
p. 1-47（2008-2）

(10) コノテガシワ種子に含まれるジュニペロン酸の細胞増殖抑制作用

盛重純一、田中 保、平野 薫、里内 清

第 49 回日本生化学会中国・四国支部例会（高松）プログラム・講演要旨集、p. 67

(2008-5)

(11) 血管内皮細胞によるネットワーク形成に及ぼす遊離ヘムの影響

瓜倉真衣、松原主典、森 将晏、赤木玲子

第 49 回日本生化学会中国・四国支部例会（高松）プログラム・講演要旨集、p. 30
(2008-5)

(12) 食品からのリゾホスファチジン酸による胃粘膜保護

里内 清、田中 保、徳村 彰

第 50 回日本脂質生化学会シンポジウム 脂質メディエーターの新規代謝経路と生理機能 脂質生化学研究（徳島）50、 p. 12 (2008-6)

リゾホスファチジン酸はグリセリン脂質が複数回、加水分解を受けて生じる最も単純なリゾリン脂質である。結合する脂肪酸が飽和であるか不飽和であるかにより複数の分子種が存在し、それぞれの受容体を介し様々な細胞応答を誘導する。それらの作用の中でリゾホスファチジン酸は線維芽細胞を活性化し、創傷治癒を促進することが知られている。われわれは抗潰瘍性食品の開発を目的としてリゾホスファチジン酸の食品中の含量や抗潰瘍性作用について検討しているが、キャベツから得たリゾホスファチジン酸が胃上皮由来 HGC-27 細胞の傷口の面積を縮小させること、また胃潰瘍に処方される漢方薬、安中散にはリゾホスファチジン酸が含まれていることを見出した。本講演ではこれらの成果を以下の 3 項目に分けて紹介するとともに、胃粘膜保護因子としてのリゾホスファチジン酸の食品から摂り方について考察したい。

(1) リン酸捕獲試薬、Phos-tag を用いたリゾホスファチジン酸の分析

(2) 潜在的機能性因子としてのリゾホスファチジン酸

(3) 水浸拘束潰瘍ラットに対するリゾホスファチジン酸の効果

(13) リン酸捕獲試薬、Phos-tag を用いたスフィンゴシン 1-リン酸の質量分析法による分析

高木晴子、瓜倉真衣、盛重純一、平野 薫、里内 清、田中 保、小池 透

日本農芸化学会 2008 年度中四国支部大会（鳥取）講演要旨集、p. 23 (2008-9)

(14) 生キャベツの消化プロセスで生じる創傷治癒ホルモン・リゾホスファチジン酸による消化管組織修復

田中 保、堀内 剛、近藤宏樹、松岡 恵、盛重純一、平野 薫、里内 清、徳村

彰、小池 透

日本農芸化学会 2008 年度 中四国支部大会（鳥取）講演要旨集、p. 40（2008-9）

(15) 植物の食品機能を探す

里内 清

第 5 回グリーンサイエンスセンター公開講演会（福山）講演要旨集、p. 9-10
（2008-10）

(16) 食品からのリゾホスファチジン酸 - 胃粘膜保護因子としての役割-

里内 清

第 7 回ホスファチジルセリン研究会（東京）ホスファチジルセリン研究会会報、
Vol. 6、p. 9-14（2008-11）

(17) Phos-tag を用いたスフィンゴシン 1-リン酸の質量分析計による定量法の開発

盛重純一、高木晴子、瓜倉真衣、平野 薫、里内 清、田中 保、小池 透

第 81 回日本生化学会大会（神戸）講演要旨集、p. 175（2008-12）

【目的】スフィンゴシン 1-リン酸 (S1P) は、特異的 S1P 受容体を介して細胞増殖促進、抗アポトーシス、細胞分化誘導、細胞骨格・細胞運動調節など多彩な生物活性を示すリン酸モノエステル型のリゾリン脂質メディエーターである。生体内での S1P 量は微量であるため、多検体試料中の S1P を分析する際には簡便かつ高感度に測定する方法が求められる。今回、我々は、リン酸捕獲試薬、Phos-tag[®]が S1P のリン酸モノエステル残基と結合して複合体を形成することで、夾雑イオンの少ない m/z 1000 付近へとマスシフトし、高い S/N 比で検出できるようになることを利用して、マトリックス支援レーザー脱離イオン化・飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF/MS) による S1P の定量法を開発した。【方法】生体試料に内部標準物質 (C17 S1P) を添加した後に S1P を 1-ブタノールで抽出し、薄層クロマトグラフィーで精製した。これを ⁶⁸Zn-Phos-tag およびケイ酸と混和し、マトリックスに 2', 4', 6'-trihydroxyacetophenone を用いてターゲットプレート上で結晶化させた。MALDI-TOF/MS 分析は正イオンモードで行った。【結果および考察】C17 S1P に対する C18 S1P の検量線を作製したところ、傾きが 1.02 となる良好な直線が得られた。牛血清に外因的に C18 S1P を添加した場合にも添加量に応じた S1P 値が得られたことから、生体試料中の S1P を定量的に分析できることが確認された。また、微量のケイ酸を混和して結晶を作製することで S1P の検出感度が約 5 倍向上し、検出限界は 0.8 pmol on plate となった。本法を用いて牛血清 (0.5 ml) の S1P を定量した結果、0.54 nmol/ml となり、既報と同程度の値が得られた。現在、この分析

法を用いて様々な生体試料中の S1P を分析しているところである。

(18) ポルフィリン症治療薬ヘミンによる静脈炎発症機序に関する研究

赤木玲子、瓜倉真衣、松原主典

日本薬学会年会（京都）、要旨集 3、p. 148（2009 - 3）

【目的】ヘミン製剤はポルフィリン症治療に最も有効とされているが、静脈注射により静脈炎を起こすことが知られている。本研究ではその発症機序を明らかにする目的で、ヒト臍帯静脈血管内皮細胞（HUVEC）の増殖、遊走、ネットワーク形成に及ぼす各種金属ポルフィリンの影響を検討した。

【方法】HUVEC を HuMedia 中で継代培養した後、Matrigel 上で培養し、ネットワーク形成を指標化した。また、HUVEC における遺伝子発現量は、QuantiTect SYBR Green PCR Master Mix、QuantiTect Primer Assays (QIAGEN) を用いて Real-time RT-PCR を行い、iQ5 リアルタイム PCR 解析システム (Bio-Rad) で解析した。

【結果と考察】HUVEC の培養初期にヘミン（ $\sim 50\mu\text{M}$ ）を添加すると、濃度依存性に heme oxygenase (HO)-1 が転写レベルで誘導され、非添加群に比べて有意なネットワーク形成の阻害効果が認められた。次に、あらかじめ血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) 添加により形成されたネットワークにヘミンを添加すると、ネットワークが崩壊した。その際、膜の過酸化は認められず、細胞増殖や遊走には阻害効果を示さなかった。培養液中へのヘミン添加は *ho-1* を著明に誘導したので、HO 阻害剤である Sn-mesoporphyrin (SnMP) を添加したところ、ヘミンによるネットワーク形成阻害は抑制されなかった。これらのことから、ネットワーク形成阻害は HO-1 誘導によるものではなくヘミンの作用であることが示唆された。ヘミンによるこの効果がヘミン特異的であるか否かを検討する目的で、ヘミン同様に *ho-1* 誘導作用を持つ Co-protoporphyrin ($\sim 50\mu\text{M}$) を添加したところ、ヘミンと同様にネットワーク形成の阻害効果が見られたことから、この効果は金属プロトポルフィリンが血管内皮細胞に及ぼす特徴的な作用である可能性が考えられる。

(19) Galloctechin gallate、Epigallocatechin gallate と各種シクロデキストリンによる包接錯体形成反応

石津 隆、堤 広之、梶谷真也、山本英二

日本薬学会第 128 年会（横浜）、p. 179（2008-3）

【目的】緑茶に含まれる主要なカテキン類(-)-エピガロカテキングレート(EGCg)および、そのジアステレオマーである(+)-ガロカテキングレート(GCg)と α -、 β -、および γ -シクロデキストリン(CD)の水中における包接錯体について比較検討し

た。【方法および結果】 ^1H NMR の化学シフト値の変化を用いた化学量論的手法より、EGCg は β -CD と 1:1 包接錯体をつくるのに対して、GCg では β -CD、 γ -CD とそれぞれ 1:2、1:1 包接化合物を形成することが判った。さらに α -CD とは、包接化合物を形成しないことも判った。また、EGCg と GCg の水中におけるコンホメーションの相違のため、 β -CD との包接錯体形成において、それぞれ 1:1、1:2 包接化合物を形成することが判った。

(20) Pressure Crystallization of Triglycerides

Hideji Yamamoto, Hirokazu Ishimoto, Nobuhiro Abe, Kimi Matsui, Tetsuaki Murata, Shunsuke Takahashi

17th International Symposium on Industrial Crystallization (Maastricht, the Netherlands) p. 945 (2008-9)

The aim of this study is to get the fundamental data for preparation of solid-state fats and oils by the high pressure crystallization. The crystallization of triglycerides such as tristearin, tripalmitin and trilaurin by the high pressure crystallization was investigated. The solid-liquid equilibrium curves of polymorphs of triglycerides in pressure-temperature axis under 0.1 – 300 MPa at 30 – 80 centi degree was obtained. The induction time of nucleation of triglycerides under a given saturated pressure at a given temperature was measured. It was found that the nucleation rate of triglycerides exponentially increases, when the saturation pressure increases.

(21) ガロカテキンガレート、エピガロカテキンガレートと α -、 β -、 γ -シクロデキストリンによる包接錯体形成反応

石津 隆、堤 広之、佐藤 隆、山本英二、原野一誠

第 47 回日本薬学会・日本薬剤師会・日本病院薬剤師会 中四国支部学術大会 (岡山) 講演要旨集、p. 168 (2008-11)

(22) 茶に含まれるガレートカテキン類とカフェインとの相互作用の解明

石津 隆、堤 広之、佐藤 隆、山本英二

第 38 回複素環化学討論会 (広島) 講演要旨集、p. 349 (2008-11)

(23) Development of new milling machine for making amorphous rice flour

Keiji Kastuno, Akihiro Nishioka, Toshinori Koda, Go Murasawa, Ken Miyata, Naoyoshi Inouchi, and Yoshiko Nakaura

Polymer Processing Society 24th Annual Meeting, Salerno, Italy (2008-6)

The main components of rice are starch, protein, water and so on. The starch consists of two natural polymers called as “amylase” and “amylopectin”. These polymers form crystal structure in raw rice grain, and we can not eat it without boiling. However, we can eat it with boiling because polymers turn into amorphous state. That is to say, the difference between eatable and uneatable depends on the states of “crystal” or “amorphous” for natural polymers in rice. Recently, we found a novel method to make amorphous rice flour from raw rice grain. This technique is much simple, and we only give mechanical shear loading and thermal loading to rice grains, simultaneously. In the present study, on the basis of this technique, we develop a novel milling machine to make amorphous rice flour. It is possible for this machine to prepare the different kinds of rice flour by controlling milling temperature. Then, we investigate the molecular structure of natural polymer in starch by using X-ray diffraction for some kinds of rice flours. As a result, it is found for the starch of rice that crystal structure turns into amorphous state.

(24) 高アミロース米「雪の穂」の胚乳澱粉と炊飯米の性質

中浦嘉子、高木龍一郎、海野良一、林 靖久、井ノ内直良

日本食品科学工学会第 55 回大会(京都) 日本食品科学工学会第 55 回大会講演集、p. 81 (2008-9)

【目的】北海道穂別町（現むかわ町）で品種改良、育成された短粒種の高アミロース米品種「雪の穂」は、健康成人、糖尿病患者のいずれに対しても「コシヒカリ」と比較して食後の血糖上昇が穏やかであり、インスリン分泌も低値であることから、糖尿病の食事療法に好適な米飯製品素材としての利用が考えられる。そこで「雪の穂」の胚乳澱粉および炊飯米の性質を調べた。また、その性質を明確にするために各地農業研究センターで育成された「加工プロ」試料米の性質と比較した。【方法】平成 16～19 年産の「雪の穂」、および比較試料米として平成 18 年産試料米の精白米から冷アルカリ浸漬法により胚乳澱粉を調製した。それぞれの胚乳澱粉のヨウ素・澱粉複合体吸収曲線から得られる最大吸収波長 λ_{\max} および青価の測定、酵素・クロマト法による見かけのアミロース含量の測定、HPAEC-PAD 法によるアミロペクチンの重合度別側鎖長分布の測定、DSC による糊化温度と糊化熱量の測定、RVA による澱粉の粘度曲線の測定、「硬さ・粘り計」による炊飯米と冷飯の硬さと粘りの測定を行った。【結果】胚乳澱粉のヨウ素吸収曲線と酵素・クロマト法によるアミロース含量の測定より、「雪の穂」は高アミロース米であった。また RVA のピーク粘度とブレークダウンが低く、セットバックが高いという高アミロース米澱粉で一般にみられる粘度曲線を示した。さらに他の試料米と比べて、アミロペクチンの重合度 6-16 付近の側鎖割合が高く、胚乳澱粉の糊化温度が約 10℃ 低く、糊化熱量が

低いという特徴をもっていた。炊飯米と冷飯の硬さと粘りは、一般的なウルチ米試料と比べて硬く、粘りが低く、高アミロース米で一般に観察される結果とほぼ同様であった。栽培年による「雪の穂」の胚乳澱粉の性質と炊飯物性の違いを比較した場合、平成 19 年産は幾分アミロース含量が低く、糊化温度や粘度がやや高かったが、概ね性質は安定していた。

(25) 高アミロース米「雪の穂」アミロペクチンの微細構造

井ノ内直良、中浦嘉子、高木龍一郎、林 靖久、海野良一

日本食品科学工学会第 55 回大会(京都) 日本食品科学工学会第 55 回大会講演集、p. 81 (2008-9)

【目的】高アミロース米で短粒種の「雪の穂」の胚乳澱粉はユニークな特性をもつことが明らかとなったので、さらにアミロペクチンの微細構造について調べた。また、わが国の農林水産省が品種改良、育成した新形質米の胚乳澱粉から精製したアミロペクチンの微細構造との比較検討を行った。【方法】平成 16～19 年産の「雪の穂」、および比較試料米として「コシヒカリ」と新形質米の精白米から冷アルカリ浸漬法により調製した胚乳澱粉から、Shoch 法の改良法によりアミロペクチン (AP) を精製した。その AP のヨウ素吸収曲線の測定、AP の酵素・クロマト法による側鎖長分布の測定、AP の β -アミラーゼ分解限度、平均鎖長、平均外部鎖長、平均内部鎖長の測定を行った。また、AP から β -アミラーゼ限界デキストリン (β -LD) を調製し、HPAEC-PAD 法により β -LD の側鎖長分布の測定を行い、「雪の穂」AP の内部鎖長分布を調べた。【結果】「雪の穂」から精製した AP にはアミロース様の超長鎖が約 10% (澱粉全体の約 8%) 存在しており、そのため「雪の穂」AP のヨウ素吸収曲線の最大吸収波長 λ_{\max} および青価はともに「コシヒカリ」AP に比べて高い値を示した。AP 側鎖において最も短い側鎖 (重合度 6-12; Fr. A) 割合が高く、その Fr. A 含量で米試料を分類した場合、AP 側鎖が非常に短いタイプ (VS type) に属する「雪の穂」の AP は、 β -アミラーゼ分解限度、平均鎖長、平均外部鎖長のいずれにおいても低い値を示した。ただし「雪の穂」AP の内部鎖長分布は、同じ AP 側鎖が非常に短いタイプ (VS type) の糖質米「あゆのひかり」AP に見られる特異な内部鎖長分布とは異なり、「コシヒカリ」AP などの AP 側鎖が短いタイプ (S type) とほぼ同じ内部鎖長分布をもっていた。

(26) 古糊様多糖の構造解析

井ノ内直良、中浦嘉子、貞森達也、大倉隆則、西本友之、坂本くらら、茶園博人、福田恵温、早川典子、岡 泰央

日本応用糖質科学会平成 20 年度大会 (第 57 回) (沖縄) Journal of Applied

【目的】共同研究者らが開発した古糊様多糖と従来の古糊の構造と物性を調べることを目的とした。【方法】原料小麦澱粉糊（新糊）、古糊（水替えあり、水替えなし）、古糊様多糖を用いて、ヨウ素吸収曲線、中圧ゲル濾過法による試料澱粉糊の鎖長分布および単位鎖長分布、HPAEC-PAD 法によるアミロペクチン (AP) の単位鎖長分布、 β -アミラーゼ分解限度、X 線回折図などの測定を行った。【結果】新糊と比較して、古糊のヨウ素吸収曲線から測定した青価はほぼ同様であったが、古糊様多糖は高く、最大吸収波長 λ_{\max} は古糊、古糊様多糖ともに新糊よりも低かった。中圧ゲル濾過法により測定した古糊および古糊様多糖の分子量分布は、いずれも新糊と比較して大きく低分子化しており、ゲル濾過溶出液のヨウ素吸収曲線の λ_{\max} の値から判断して、低分子化された AP に続いてアミロース (AM) の溶出が確認された。中圧ゲル濾過法による新糊、古糊、古糊様多糖の単位鎖長分布の測定より、AM 含量は新糊の 33% から、古糊、古糊様多糖では約 10% に低下し、中間画分は新糊の 2% から 23-28% に増大していた。すべての AP 単位鎖含量はほぼ同様であった。X 線回折図から、古糊様多糖は古糊と同様、かなり老化した澱粉であることが確認された。以上の結果および先の講演結果から、古糊様多糖は、構造、機能の両面において古糊と類似していることが確認された。このことは、古糊の生成に微生物由来アミラーゼによる澱粉の分解が強く関与していることを示唆している。

(27) 雑穀の澱粉の特性及びその利用に関する研究

川西（朝岡）正子、金原美善、井ノ内直良、菊田千景、杉本温美、小西洋太郎
日本応用糖質科学会平成 20 年度大会（第 57 回）（沖縄）Journal of Applied Glycoscience, 55, Suppl. 2008 講演要旨集, p. 31 (2008-9)

【目的】主要穀物以外の穀類である雑穀は、その栄養的価値、アレルギー代替食への利用などの利点から近年注目されてきている。本件級では、雑穀より澱粉試料を調製してその特性を明らかにすることを目的とした。また、雑穀は現在、米穀との混合炊飯が主な摂食形態であるが、それ以外の利用拡大を目的に、雑穀粉入りクッキーの食味等についても検討した。【方法】用いた試料は、市販されている日本国産雑穀 4 種（キビ、アワ、モロコシ、ヒエ）、アメリカ産アマランサス、ボリビア産キノア及び岩手県農業研究センターで栽培されたアワ（大槌）、ヒエ（達磨）である。穀粒より冷アルカリ浸漬法にて澱粉試料を調製し、澱粉のヨウ素複合体吸収曲線、イソアミラーゼによる枝切り後の鎖長分布、示差走査熱量測定 (DSC)、ラビットビスコアナライザー (RVA) による粘度測定、粒度分布を調べ、澱粉粒の電界放出型走査電子顕微鏡 (FE-SEM) による観察を行った。また、焼成クッキ

一の材料である小麦粉を、20、50%市販雑穀に置換し、その食味特性等についても検討した。【結果】澱粉のイソアミラーゼによる枝切り後の鎖長分布測定により、市販雑穀のうちキノア、ヒエがウルチ種であり、他4種がモチ種(Fr. I 含量: 0~2%)であった。DSCにより糊化特性を調べた結果、糊化ピーク温度はキノアの58.0℃からキビ(06年産)の75.9℃の範囲にあり、キビ、アワ、モロコシは生産年により3.5~5.0℃の差異がみられた。雑穀粉入りクッキーの食味評価では、モロコシ粉に置換のものの評価が高く、ヒエ粉、キノア粉に置換のものの評価が低かった。

(28) 新規非晶性米粉製造システムの開発と粉碎条件の影響

勝野圭史、西岡昭博、香田智則、村澤 剛、宮田 剣、井ノ内直良、中浦嘉子
日本応用糖質科学会平成20年度大会(第57回)(沖縄) Journal of Applied Glycoscience, 55, Suppl. 2008 講演要旨集, p.34 (2008-9)

【目的】本研究の目的は、無加水かつ簡便に非結晶性米粉を得る技術を提案することである。我々は、加熱下で米を粉碎することで、米澱粉の結晶性を制御できることを見出した。本研究では、第一に加熱・せん断下で粉碎可能な装置の開発を行い、粉碎条件が米澱粉の結晶性に与える影響を広角X線回折、示差走査熱量計により明らかにした。【方法】試料はH18年産のはえぬき(山形県産)を用いた。水分含量は、14.7%である。我々が開発した粉碎機は金属製の上下臼から構成され、上部の臼にリングヒータを設置することで粉碎時に加熱できるようにした。粉碎温度、米粉の水分含有量、上下臼間のギャップを変え、得られた米粉の結晶性を評価した。測定は広角X線回折測定(理学電機製 RINT2000)、示差走査熱量計測定(TA Instruments 社製 Q100)を用いた。【結果】加熱・せん断下で粉碎することにより無加水で米澱粉の結晶性を制御可能なことが分かった。具体的には、粉碎時の温度が120℃以上では、広角X線において完全に回折ピークが消失し、結晶性を失うことを示した。さらに、本手法による非結晶化には、粉碎時の上下臼間のギャップ及び米粒の吸湿水分も大きく影響することを明らかにした。本研究の一連の成果は、粉碎時の条件を選択することで、米澱粉の結晶化度を自在にコントロール可能であることを示唆している。

(29) 米飯のレオロジーに及ぼす多糖類の影響に関する研究

石原清香、中馬 誠、船見孝博、中浦嘉子、井ノ内直良、西成勝好
第56回レオロジー討論会(新潟)(2008-10)

Gum arabic (GA) and soluble soybean polysaccharide (SSPS) are both food polysaccharides with film forming ability. By coating the surface of rice grains, GA and

SSPS modified rheological properties of cooked rice products, decreasing adhesiveness and increasing hardness of cooked rice grains from texture profile analysis, particularly for adhesiveness decreased by SSPS. Functions of these polysaccharides are discussed in relation to rheology and molecular assemblies of the polysaccharides at the liquid/air interface and also to rheology of glutinous components leached out of rice grains during cooking.

1. はじめに：ラビアガム、大豆多糖類はいずれもフィルム形成能を有する多糖類であり、米飯の食感改良剤として使用されている。いずれの多糖類も、米飯粒の表面をコーティングすることで、ほぐれ改善などの食感改良効果を発揮するものと考えられる。本研究では、気液界面のレオロジー測定および原子間力顕微鏡による分子間会合の観察から多糖類のフィルム形成挙動を明らかにし、米飯のレオロジー特性に及ぼす多糖類の効果を考察した。また、いわゆる「おねば成分」が、特に米飯粒の表面のテクスチャーに大きく寄与するものと考えられるため、多糖類の添加によるおねば成分のレオロジー的性質の変化についても検討した。

2. 実験方法：【試料】アラビアガムは、標準タイプのアラビアガムとしてガムアラビック SD、乳化性を高めた高機能性のアラビアガムとしてスーパーガム EM-2、大豆多糖類として SM-1200（いずれも、三栄源エフ・エフ・アイ社製）を用いた。

【方法】(1)米飯のテクスチャー測定 生米（コシヒカリ）に 1.5 倍量の水、1% アラビアガム水溶液、あるいは 1% 大豆多糖類水溶液を加え、1 時間浸漬後、市販の電気炊飯器を用いて炊飯した。テクスチャーアナライザーを用いて、1 粒ずつ、2 バイト法で連続圧縮を行い、飯粒表面および飯粒全体の硬さ、付着性を測定した。治具：円板型プランジャー（直径 20 mm、ステンレス製）圧縮速度：2 mm/sec 圧縮率：25%および 90% (2)気液界面のレオロジー測定 レオメーターAR-G2（TA インストルメント社製）を用い、多糖類水溶液の気液界面における動的粘弾性測定を行った。水溶液濃度：3% 治具：Du Nouy Ring（白金／イリジウム合金、リング半径 10 mm）温度：20 °C（温度制御：ペルチェプレート）測定時間：60 分間 (3)おねば成分のレオロジー測定 生米（コシヒカリ）に 1.5 倍量の水、1% アラビアガム水溶液、あるいは 1% 大豆多糖類水溶液を加え、1 時間浸漬後、市販の電気炊飯器を炊飯した。炊飯直後に水を加えてかき混ぜ、メッシュを用いておねば成分を回収した。回収したおねば液を 20 °C で 1 時間冷却したのち、歪み制御型レオメーター（TA インストルメント社製）を用いて動的粘弾性の周波数依存性を測定した。治具：コンプレート（直径 50 mm）歪み：1% 周波数範囲：0.1-100 rad/s

3. 結果および考察：テクスチャー測定の結果、いずれの多糖類試料でも、添加量に依存して米飯粒の表面および全体の付着性が減少し、硬さが増加した。高機

能性アラビアガムは標準アラビアガムに比べ、付着性の減少が顕著であった。また、大豆多糖類は高機能アラビアガムに比べて更に付着性の減少が顕著であり、硬さの増加も大きかった。気液界面のレオロジー測定から、いずれのアラビアガムおよび大豆多糖類ともに、時間依存的に G' が増加し、界面に秩序構造が形成されることが示唆された。大豆多糖類はアラビアガムに比べて G' が大きく、更に G' の増加が急激であり、より強固な膜構造を。短時間で形成すると考えられる。また、高機能性アラビアガムは標準アラビアガムに比べて G' が大きく、更に短時間で G' が平衡状態に近づき、気液界面でのフィルム形成能に優れることが示唆された。これらの結果は、原子間力顕微鏡による分子会合体構造の観察結果とも一致した。すなわち、親水性の基板であるマイカ上で、大豆多糖類では鎖状分子の連続的な会合体構造が観察されたのに対し、アラビアガムでは不連続な凝集体のみが観察された。次に、おねば成分のレオロジー的性質を測定した。大豆多糖類を添加して炊飯した場合、コントロール（多糖類無添加）および高機能性アラビアガムを添加して炊飯した場合に比べて、おねば成分の複素粘性率が小さく、更にゾル的な性質が強かった。おねば成分は米飯粒表面のテクスチャーに大きく影響し、おねば成分のレオロジー的性質の違いが、米飯のテクスチャーに関係していると考えられる。おねば成分については、添加する多糖類により構成成分が異なる可能性があるため、現在、化学的手法により分析を進めている。

(30) Structural and physicochemical properties of rice starches with high iodine affinity

Naoyoshi Inouchi, Yoshiko Nakaura, Tetsuya Horibata, Ryuichiro Takagi, Yasuhisa Hayashi, and Ryoichi Unno

The 2nd International Symposium on "Rice and Disease Prevention", Wakayama, Japan (2008-10)

Objective : It was demonstrated that some of cooked rice with high iodine affinity (Yukinoho, Hoshiyutaka, Yumetoiro et al.) made the increase of blood sugar level and insulin secretion after eating slow compared with cooked rice with medium and low iodine affinity. Our objective is to investigate the properties of rice starches with high iodine affinity.

Methods : Starch granules were prepared from polished rice by the cold alkali method, and the rice amylopectins were isolated and purified from the rice starch by the modification of Schoch's method. Iodine absorption spectra, DSC thermograms, RVA viscograms, and chain length distributions by GPC and HPAEC-PAD of starches were measured. Structural properties of amylopectins were also investigated.

Results : Rice starches with high iodine affinity were mainly classified into the following 3 types, (1) a type of high amylose content (Hoshiyutaka), (2) a type of high content of super-long chains in amylopectin (Yumetoiro), and (3) a type of high content of long B chains in amylopectin (Kenkei 2064). The setback of type 1 starches showed slightly higher and those of type 2 and 3 starches showed strikingly higher measured by RVA compared with starches with medium and low iodine affinity.

(31) デンプン枝切り酵素の基質特異性発現機構

岩本博行、掛谷真伍、前野友香、竹内優太、廣瀬順造、三輪泰彦、勝矢良雄
日本農芸化学会大会 2008 (名古屋) 大会講演要旨集、p. 191 (2008-3)

【目的】デンプン枝切り酵素は基質特異性の違いによりイソアミラーゼ (ISA) とプルラーゼ (PUL) に 2 分される。澱粉糖化工業では主として耐熱性 PUL が用いられるが、アミロペクチンに対する反応性は ISA に劣る。そこで酵素の改良を目標に、デンプン枝切り酵素の基質特異性発現機構を解明しようと試みた。

【材料と方法】酵素は *Klebsiella* 由来 PUL と *Pseudomonas* 由来 ISA を、基質にはプルラン、アミロペクチン、カキ及びフィトグリコーゲン、これらに β -アミラーゼを作用させて調製した β -リミットデキストリン、 β -リミットカキ及びフィトグリコーゲンを用い、それぞれの反応速度パラメータを求めた。

【結果と考察】プルラン以外の基質によく作用する ISA に対して、PUL ではカキグリコーゲンに対する k_{cat}/K_m がプルランの約 4 万分の 1、フィトグリコーゲンでは約 20 万分の 1 とほとんど作用出来ない。ところがグリコーゲンを β -リミット化すると、いずれも k_{cat}/K_m が 2000 倍程度増大した。そこで密な分岐構造が基質結合の立体障害になるのではないかと考え、モデリングにより調べたところ、いくつかのループ構造が障害になると疑われたので、その影響について更に調べた。

(32) プルラーゼの基質特異性に関与する可能性のあるループ構造について

岩本博行、掛谷真伍、前野友香、竹内優太、三輪泰彦、廣瀬順造、勝矢良雄、内海好規、藤田直子、中村保典

日本応用糖質科学会 平成 20 年度大会 (第 57 回) (沖縄) Journal of Applied Glycoscience, 55, Suppl. 2008 講演要旨集、p. 46 (2008-9)

【目的】デンプン枝切り酵素は基質特異性の違いによりイソアミラーゼ (ISA) とプルラーゼ (PUL) に大きく 2 分され、更に基質特異性が異なる酵素も存在する。これら基質特異性の違いは枝切り酵素の産業利用と大きく関係する。微生物

物由来の ISA と PUL については、すでに立体構造が明らかになっているが、基質特異性を決める構造的要因については明らかになっていない。そこで本研究では、PUL の基質特異性に関与する可能性のあるループ構造について調べた。

【方法】酵素は *Klebsiella*、イネ由来 PUL と *Pseudomonas* 由来 ISA を用い、基質としてプルラン、アミロペクチン、カキ及びフィトグリコーゲン、 β -リミットデキストリン、 β -リミットカキ及びフィトグリコーゲンをを用いた時の反応速度論的性質を求めた。また基質特異性に関与するループを delete したループレス変異酵素を作成し、同様に調べた。

【結果】プルラン以外の基質によく作用する ISA に対して、PUL ではグリコーゲンにほとんど作用出来ない。ところがグリコーゲンを β -リミット化すると、 k_{cat}/K_m が 2000 倍程度増大した。そこで基質結合の際、グリコーゲンの密な分岐構造と立体障害になる可能性のあるループを delete した変異酵素を作成したところ、プルランに対する k_{cat}/K_m は大きく低下したものの、プルランよりもアミロペクチンやグリコーゲンに対する k_{cat}/K_m が大きくなり、基質特異性が変化した。

- (33) 立体構造情報にもとづいたデンプン枝切り酵素の基質特異性改変
岩本博行、掛谷真伍、前野友香、竹内優太、三輪泰彦、廣瀬順造、勝矢良雄
酵素工学会 30 周年記念シンポジウム（木更津）酵素工学会 30 周年記念
シンポジウム要旨集、p. 62（2008-11）

【目的】デンプン枝切り酵素はアミロペクチンなどの α -1,6-グルコシド結合のみを特異的に加水分解し、工業的にデンプンの糖化工程に広く用いられる。デンプン枝切り酵素は微生物と植物に分布し、その基質特異性によりイソアミラーゼ（ISA）とプルランナーゼ（PUL）の 2 種類に大きく分類される。前者のイソアミラーゼ（ISA）は、アミロペクチンやグリコーゲンによく作用するが、プルランにはほとんど作用できない。一方プルランナーゼ（PUL）はプルランをよく加水分解するが、グリコーゲンをほとんど加水分解できない。工業的には、熱安定性の高い *Bacillus* 由来の PUL が主として用いられているが、アミロペクチンに対する反応性では ISA が優れている。そこで両酵素の基質特異性発現機構を明らかにするために、以下のような基質の構造からのアプローチを行い、酵素の立体構造に基づいて PUL の基質特異性の改変を試みた。【方法】酵素は *Klebsiella*、およびイネ由来 PUL と *Pseudomonas* 由来 ISA を用いた。基質にはプルラン、アミロペクチン、カキ及びフィトグリコーゲン、 β -リミットデキストリンと、カキ及びフィトグリコーゲンを β -リミット化した β -リミットカキおよびフィトグリコーゲンをを用いて反応速度論的性質を求めた。またこれまでに酵素と基質アナロ

グ複合体の立体構造を明らかにした *Klebsiella* 由来 PUL について、酵素にグリコーゲンが結合した時に立体障害となる可能性のあるループ構造を delete したループレス変異酵素を作成し、同様に調べた。【結果】プルラン以外の基質によく作用する ISA に対して、PUL はグリコーゲンにほとんど作用出来ない。一方、アミロペクチンを β -リミット化した β -リミットグリコーゲンは PUL のよい基質であることから、グリコーゲンを β -アミラーゼで処理した β -リミットグリコーゲンに対する PUL の反応性を見たところ、 β -リミット化によりグリコーゲンに対する k_{cat}/K_m が著しく増大することがわかった。この増大の程度は、イネ由来 PUL よりも *Klebsiella* 由来 PUL の方が顕著であるが、PUL に共通した性質だと考えられる。そこで酵素の立体構造をもとに、基質結合の際、グリコーゲンの密な分岐構造部分と立体障害になる可能性のあるループを delete した変異酵素を作成して調べたところ、プルランに対する k_{cat}/K_m は大きく低下したものの、プルランよりもアミロペクチンやグリコーゲンに対する k_{cat}/K_m が大きくなり、基質特異性の変化が観察された。

- (34) 福山大学生命工学部のワクチン研究－I 動物用遺伝子組換えワクチンの可能性

菊田安至

第 5 回因島種苗生産技術交流会（福山）、講演要旨集、p.17-18（2008-8）

- (35) *Penicillium oxalicum* S0 株 α -ガラクトシダーゼについて

倉掛昌裕、中谷真也、山口直樹

日本農芸化学会 2008 年度大会（名古屋）、講演要旨集、p190（2008-3）

【目的】土壌より分離した *Penicillium oxalicum* S0 株はグアガム分解性の強い β -マンナーゼと伴に糖転移性の高い α -ガラクトシダーゼを生産した。この α -ガラクトシダーゼの酵素的性質と糖転移反応性について調べた。

【方法】S0 株の液体培養は 1% グアガム、0.5% 酵母エキス、リン酸-クエン酸緩衝液 (pH5) 100ml の培地にて、30℃、160rpm で行った。500ml 容三角フラスコにて 72 時間培養し、培養液より粗酵素液を調製した。 α -ガラクトシダーゼ活性測定は 1mM *p*-ニトロフェニル- α -D-ガラクトピラノシドを基質に用い pH5、40℃で 10 分間作用させ、生成する *p*-ニトロフェノールを定量することで求めた。糖転移反応には基質として 8% メリビオースを用い、pH5、40℃で 24 時間反応させ、生成糖を HPLC（カラム:GL-C610 [日立化成]）にて分析した。【結果】S0 株の液体培養による α -ガラクトシダーゼ生産性について調べたが、その酵素活性は 0.08U/ml 程度と低いものであった。しかし、その糖転移反応性は高く、メリビオ

ースを反応させることで、3 及び 4 糖類の糖転移生成物が認められた。

(36) *Agrobacterium* sp D2 株が生産する粘性多糖について

倉掛昌裕、森山晋伍、時藤千歳、神田浩幸、桑田寛子

日本食品科学工学会第 55 回大会（京都）、講演要旨集、p. 61（2008-9）

【目的】土壌より分離した *Agrobacterium* sp D2 株は平板培地にてグルコースから粘性多糖類を効率よく生産した。この多糖はほぼ透明で比較的粘性が高いグルカンであったが、カードランのように加熱によるゲル化は起こらなかった。ここでは D2 株の多糖類生産のための液体培養条件、多糖の分離と構造解析、およびその性質などについて調べた。

【方法】D2 株の液体培養は 1 または 4%グルコース、0.5%酵母エキスの培地を用い、培地液量を 100ml とし、500ml 容三角フラスコにて 30℃、140rpm で行った。3～7 日間液体培養し、その遠心上清中の多糖を、2.5 倍量のエタノールを加えることで凝集・沈殿させた後、希硫酸を加え 100℃にて酸分解し、遊離する構成単糖類を分析した。糖分析には HPLC(カラム:GL-C610[日立化成]、カラム温度 60℃、キャリアー 蒸留水、流速 1ml/min) を用いた。生成糖量を多糖量に換算し、液体培養における多糖類生産性について評価した。4%グルコース培地での培養液を加熱後、遠心分離およびろ過し、ろ液にエタノールを加えることで多糖を沈殿させた。洗浄後、乾燥させたものを多糖試料として構造解析等の実験に供した。【結果】D2 株の液体培養での多糖類生産性は培養 3 日以降で増加し、また、炭素源のグルコース培地濃度に伴い増加し、4%グルコース培地での生産量は最大で培養液 1L 当たり約 2g 程度となった。D2 株生産多糖類を酸分解したところ、主としてグルコースが検出されたが、少量の他の単糖類も検出された。これを分析するため、酸分解物量を増加し、グルコースオキシダーゼ処理によりグルコースを除いたのち、活性炭カラムで分離し構造解析を行ったところ、マンノースであることがわかった。各種グルカン分解酵素による加水分解性を調べた結果、 β -1,3 結合を有する構造であることが認められたがその分解性は非常に小さいものであった。

(37) トランス型脂肪酸が胎児発育その他に及ぼす影響

和田芳郎、望月成隆、高橋伸方、細川真一、南條浩輝、杉本佳乃、西澤和子、白石 淳、佐野博之、平野慎也、北島博之、福井 温、末原則幸、桑江洋子、中山雅弘、和田芳直、吉田周美、石崎由美子

第 26 回 日本周産期・新生児医学会・周産期学シンポジウム（群馬県前橋）要旨集（2008-1）

【目的】近年、食事の欧米化により、特に若年者の高たんぱく・高脂肪食の傾向が危惧されている。LDL-cholesterol を増加させ、HDL-cholesterol を低下させる作用のある「トランス脂肪酸」は、加工油脂としてファーストフード、ポテトチップス、クッキーなどの菓子類に多く使用されており、その摂取量は年々、増加している。諸外国の研究によると、新生児の血清トランス脂肪酸含有量は、母体血清中の値と相関していることが報告されている。日本におけるトランス型脂肪酸の摂取量は、欧米ほど多量ではないが、この脂肪酸が母体・胎児・新生児の発育・発達に何らかの大きな影響を及ぼすものと示唆されるため、検討を行った。

【方法】大阪府立母子保健総合医療センターに入院している母親とその出生児（正期産児、早産児）の血清・赤血球中の脂質を石崎らの方法により、抽出後、GC および GC/MS でトランス型脂肪酸の同定・定量を行った。また、同時に院内において食事歴に関するアンケート調査および妊娠・分娩歴、PIH、喫煙歴、出生体重、哺乳開始日などの診療情報の調査を実施した。

【結果】低出生体重児では、総脂肪酸が極端に低値であり、赤血球のトランス脂肪酸が高値である症例が認められた。食事歴に関するアンケート調査より、34 週未満の IUGR 児の母親は、肉・加工肉類、ハンバーガー、洋菓子の摂取がコントロール群に比べ、高値であった。

(38) 高校サッカー選手の身体組成と栄養摂取量

石崎由美子

第 2 回 NPO 法人日本スポーツ栄養研究会総会・学術集会（群馬県・高崎）抄録集、p. 36、日本スポーツ栄養研究誌、2、p. 87（2008-7）

【目的】サッカーW 杯開催や欧州サッカークラブ所属のわが国の選手たちの活躍などにより、サッカーは幅広い年齢層に親しまれている。「瞬発力」、「持久力」は、サッカーの勝敗を握る主要な能力であり、そのための筋力・骨格づくりには栄養管理が重要である。そこで、高校サッカー選手の身体組成を測定するとともに栄養摂取上の問題点を明確にし、今後の栄養教育の一指標を得ることを目的に研究を行った。

【方法】全国高校サッカー選手権大会出場校のうち近畿圏内高校の選手 212 名を対象に、身体組成（体脂肪率、筋肉量、音響的骨評価値など）、動体視力を測定した。また、食物摂取頻度調査を実施した。

【結果】体脂肪率は、 12.6 ± 2.7 （%）。音響的骨評価値は 109.0 ± 14.6 （%）であり、基準値未満の者は 27.0%（238 名中）みられた。音響的評価値と体脂肪率・フィットネススコア・BMI に有意（ $p < 0.05$, $p < 0.001$ ）な相関性が認められ、また、

筋肉量と除脂肪体重／身長および体重、BMI に有意 ($p < 0.001$) な相関性が認められた。動体視力は 0.9 ± 0.4 (普通) であり、GK と他のポジションとの間で有意差は認められなかった。砂糖類・菓子類・嗜好飲料類の充足している確率は高値であった。体脂肪率・音響的骨評価値と栄養摂取量、スポーツ開始年齢・継続年数との間には、相関性は認められなかった。

(39) 小児 1 型糖尿病サマーキャンプにおける栄養教育および運動量、血糖値、インスリンについて

石崎由美子、芝山伸男、宅見 徹、高橋利和

第 14 回小児・思春期糖尿病シンポジウム (大阪) 要旨集 (2008-7)

【目的】兵庫県小児糖尿病サマーキャンプにおいて、子供たちが自ら考えて食事摂取ができるように、PC を活用した栄養教育を展開した。また、キャンプ中の運動量を測定し、運動量およびその日内変動と血糖値・インスリン投与量・食事摂取量との関連性などについて検討した。

【方法】キャンプの第 1 日目の夜に、PowerPoint を活用した電子紙芝居、パンフレット、ゲームカードなどを使い、糖尿病食品交換表の分類、1 単位の食品重量、ビタミン類・食物繊維の働きなどについて、栄養教育を展開した。運動量の測定は、小学生 (♂4 名、♀8 名)、中学生 (♂2 名、♀7 名) について、平日およびキャンプ中 (各 3 日間) に実施した。なお、運動量は、Lifecorder (スズケン K.K.)、血糖値は、グルテスト・プロ (三和化学 K.K.) を用いて測定した。

【結果】食品配列をランダムに変えた「カード」を配布し、糖尿病食品交換表に基づいた「ビンゴゲーム」を実施した。遊びを通じて、楽しみながら双方向の栄養教育を展開する事ができた。また、記憶に残りキャンプ後の食行動の変容につながるように、この教育内容を「パンフレット」にも記載した。ヘモグロビン A1c の値は、これら小学・中学生の年齢・性別間で有意差は認められなかった。特に、中学女子が 8.2% と高値を示した。キャンプ中の運動量は、平日に比べ有意に高値であり、キャンプ中は小学・中学生ともに、男子が女子に比べ有意 ($p < 0.001$) に高値を示した。なお、小学女子のキャンプ中の運動量は、最も低値であった。キャンプ中の歩数は、いずれも目標歩数の 10,000 歩以上を示した。身体活動の日内変動に血糖値をプロットすると、強い運動継続後に高血糖を示し、夕食前に低血糖状態となった者もみられた。強い運動継続後に高血糖を示したことから、インスリン拮抗ホルモンの分泌亢進が考えられ、インスリンの追加投与・増量および食事量の調整を必要とした。今回は、血糖値、運動量、歩数、食事摂取量を自分で記録用紙に記入させるように指導した。食事摂取量・運動量によって、血糖値がどのように変動するのかを考えさせる一指標になったものと推察された。

- (40) 小児1型糖尿病の運動量、血糖値、インスリン量との関連 (第13報)
石崎由美子、芝山伸男、宅見 徹、高橋利和
第55回日本栄養改善学会学術総会 (鎌倉) 講演集、p. 280 (2008-9)

【目的】兵庫県小児糖尿病サマーキャンプにおいて、日常生活時とキャンプ中の運動量を測定するとともに、キャンプ中の運動量と血糖値・インスリン投与量・投与方法・血中乳酸値の関連性、指示・摂取・消費エネルギー量についても比較検討した。

【方法】8月中旬(4泊5日)、兵庫県立南但馬自然学校において、1型糖尿病の小学・中学生の男女を対象に、キャンプ前およびキャンプ中の連続した3日間、Lifecorder (スズケン K.K) を用いて、運動量を測定した。血糖値の測定は、グルテスト・プロ (三和化学 K.K) を用い、食事前、就寝前に測定した。乳酸値の測定は、ラクテート・プロ (アークレイ K.K) でキャンプ第1日目夜およびオリエンテーリング、運動会などイベントの前後に測定した。また、ヘモグロビンA1c、ケトン体の測定も同時に実施した。

【結果】キャンプ中の運動量は日常生活時に比べ、小学・中学生ともに有意 ($p < 0.01$) に高値を示し、小学・中学生ともに男子が女子に比べ、高値傾向を示した。身体活動レベルと血糖値との関連性では、強い運動が継続して行われても高血糖値を示す者もみられ、インスリンの追加投与とその増量、食事量の調整を行った。乳酸値はキャンプ第1日目に比べ、最終日に有意に高値を示した。摂取エネルギー量は指示エネルギー量とほぼ同じであったが、消費エネルギー量は摂取エネルギー量よりも高値を示した。運動量と低血糖との間には、相関性はみられなかった。

- (41) 食習慣が血糖コントロールに及ぼす影響
平松智子、寺本房子、佐々木妙子、秦陽一郎
第55回日本栄養改善学会学術総会 (鎌倉) 講演集、p. 146 (2008-9)

【目的】糖尿病の血糖コントロールの悪化要因はアルコールや間食摂取などの食習慣と考えている。そこで、糖尿病食品交換表の理解度や生活・食習慣の実態を調査し、血糖コントロールとの関係について検討した。

【対象および方法】2007年11月・12月に当院糖尿病・内分泌内科外来を受診した糖尿病患者 (男: 106名、女: 68名) を対象にアンケート調査を行った。調査項目は治療状況、生活・食習慣、BMIで血液データ (HbA1c、 γ -GTP、TG、HDL-chol、LDL-chol) を調査した。【結果】男女別に HbA1c (以下 A1c) 評価基準を参考に、6.5%未満、6.5~7.0%未満、7.0~8.0%未満、8.0%以上の4群に分類した。A1c 高

値者ほど罹病歴は長く、BMI、インスリン治療者の割合、入院回数も多い傾向にあった。1回/週以上の体重測定は男 57.8%、女 69.2%であった。3日/週以上の飲酒者は男 46.7%、女 3.1%で、A1c8.0%以上の男で毎日飲酒者が 36.4%と多かった。菓子類を毎日摂取していた者は男 30%、女 61.5%で、A1c8.0%以上の女で 2回/日以上が 50%と有意に多かった。3~4回/週以上の果物摂取者は男 68.3%、女性 92.1%で女が有意に多かった。ほとんどの患者が栄養指導を受けていて、糖尿病食品交換表を知っていた患者は男 65.3%、女 70.3%であったが、ご飯、さんまなどの食品分類や重量を答えた者は 1 名であった。【結語】男では飲酒頻度、女では菓子類の摂取頻度が血糖コントロールに影響を与えていた。糖尿病の栄養指導では食習慣の改善ポイントを絞り込み、個人に合った方法を選択し継続して行うことが重要と再確認した。女で果物の摂取習慣がある者は約 90%であった。また、菓子類の間食習慣者は 60%で、1日 2回摂取していた者は A1c が有意に高値であった。栄養指導はほとんどの患者で受けており、糖尿病食品交換表は知っていたが、活用はできていなかった。

(42) 食行動と肥満との関連：成人を対象とした横断研究

木村安美、南里明子、溝上哲也

日本家政学会第 60 回大会（東京）研究発表要旨集、p. 149（2008-5）

【目的】生活習慣病の発症に関わる肥満を予防することは大きな関心事である。肥満と食行動との関連は身近な話題としてよく取り上げられているが、科学的に調べた報告は意外に少ない。そこで成人を対象にした調査のデータを用いて食行動と肥満との関連について検討した。【方法】対象者はがん、心疾患、脳血管疾患、糖尿病の現病歴および既往歴のない 21~66 歳の九州地区の公務員 488 名（男性 290 名、女性 198 名）である。2006 年 7 月~11 月の職場健康診断において自記式による健康調査票、食行動に関する 12 の質問（回答形式：Yes, No）による調査を行った。男性 BMI \geq 25、女性 BMI \geq 24 を肥満と定義した。多重ロジスティック回帰分析により交絡要因を調整し男女別に解析を行った。【結果】肥満者の割合は、男性 91 名（31.4%）、女性 31 名（15.7%）であった。肥満者では非肥満者に比較して男女ともに年齢が有意に高かった。男性肥満者は既婚率、エネルギー摂取量が有意に高く、「いつもお腹いっぱい食べる」、「食べるスピードは早い」、「油っこいものをよく食べる」のそれぞれの食行動項目と肥満との有意な関連がみられた。女性では、「外食をすることが多い」の食行動項目で肥満リスクの上昇傾向がみられた他は、関連はみられなかった。また、単独の食行動のみでなく複数の食行動項目が重なることにより、肥満リスクが大きく上昇することが示唆された。

(43) 成人若年層の食行動と生活習慣因子との関連に関する横断研究

木村安美、吉田大悟

第 55 回日本栄養改善学会学術総会（鎌倉）講演集、p. 296（2008-9）

【目的】成人若年層の朝食の欠食、野菜の摂取不足、不規則な生活時間による食生活の乱れ等が報告されている。そこで、食行動とその背景にある生活習慣因子との関連を検討することを目的として調査を実施した。

【方法】対象者は福岡県内医療系専門学校 3 年次学生 30 名（男性 27 名、女性 3 名：21.9±3.9 歳）である。2008 年 4 月に自記式による生活習慣調査、食行動に関する 12 の質問（回答形式：Yes, No）および朝食、インスタント食品等に関する食物摂取頻度調査を行った。統計処理は SAS ver. 8.2 を用い、2 群間の差の検定には、ウィルコクソンの順位和検定、カイ 2 乗検定、変数間の相関の評価には、スピアマンの順位相関係数を使用した。

【結果・考察】1) 一人暮らしの者では家族と同居している者に比較して「野菜はあまり食べない」（ $p<0.03$ ）、「間食をよくする」（ $p<0.03$ ）の食行動項目の割合が有意に高く、BMI は有意に高値（ $p<0.04$ ）を示した。2) 食物摂取頻度調査で朝食を毎日食べると回答した者の割合は 47.7%であった。朝食を食べない者は朝食を毎日食べる者に比較して「加糖飲料を 1 日 2 本以上飲む」（ $p<0.05$ ）の食行動項目の割合が有意に高く、「間食をよくする」傾向がみられた。3) 「食べるスピードが早い」と回答した者は、インスタント食品の摂取頻度が高い傾向がみられた。4) 食行動項目間の相関係数は「外食をすることが多い」は、「油っこいものをよく食べる」（ $r=0.71$, $p<0.0001$ ）および「かたよった食事をする」（ $r=0.53$, $p<0.003$ ）との間で高く、また「肉料理をよく食べる」は、「夜食をよくとる」（ $r=0.58$, $p<0.0007$ ）との間で高い値を示した。以上のことから、食行動は生活習慣因子だけでなく、食行動自体も相互に関連している可能性が示唆された。効果的な食行動変容へのアプローチのために、今後さらに検討を深めることが必要と考えられる。

(44) 食行動と抑うつ症状との関連

木村安美、南里明子、溝上哲也

第 67 回日本公衆衛生学会総会（福岡）抄録集、p. 608（2008-11）

【目的】食行動と抑うつ症状、ストレスなどの心理的問題との関連性の検討についての重要性が指摘されているが、一般住民を対象とした疫学研究は少なく、一致した結果は得られていない。本研究では、勤労者を対象に、食行動と抑うつ症状との関連を検討した。

【方法】調査に参加した北部九州の2地域の公務員 547 名（21～67 歳）のうち、抑うつ症状の評価を含む健康質問票および食行動に関する 12 の質問（回答形式：Yes, No）に回答した 517 名（男性 309 名、女性 208 名）を解析対象とした。抑うつ症状の評価には、Center for Epidemiologic Studies Depression Scale（CES-D）を用いた。多重ロジスティック分析により潜在的交絡要因を調整し、No（オッズ比 1.00）に対する Yes についての抑うつ症状ありのオッズ比を男女全体で求めた。なお、交互作用の認められた食行動については、男女別にオッズ比を求めた。

【結果】解析対象者のうち CES-D 16 点以上（国際的基準）は 36%、また 19 点以上は 26%であった。CES-D 16 点以上の多変量調整オッズ比は、「夜食をよく食べる」3.02、「外食をよくする」2.40、「野菜をあまり食べない」2.09、「かたよった食事をする」2.06 と有意に上昇した。また、抑うつ症状に関連する 5 つの食行動項目のうち、Yes と答えた数が 0 個、1 個、2 個、3 個以上場合の多変量調整オッズ比は順に、1.0、1.55、2.49、4.00（trend $p = 0.0002$ ）であった。男女別に検討した場合、女性が多変量調整オッズ比は「いつも塩辛い（濃い）味付けをよく食べる」4.36、「いつもお腹いっぱい食べる」3.22 と有意に上昇した。男性については男女別解析による食行動と抑うつ症状との関連を認めなかった。

【考察】男女勤労者において、抑うつ症状は夜食、外食、野菜不足、偏食と正の関連、さらに女性勤労者において濃い味、満腹感と正の関連を示した。本研究は自記式や横断的調査といった限界はあるが、食行動が抑うつ症状に影響を与える可能性が示唆されたと考えられる。単独の食行動と抑うつ症状との関連を把握するのみならず、複数の食行動の組み合わせによる抑うつ症状との関連についても着目する必要性があると考ええる。

(45) 健診における肥満者の脂肪酸組成

富岡加代子、川上貴代、村上泰子、林真愉美、沖田美佐子、塚本幾代、平松 信、糸島達也

第62回日本栄養・食糧学会大会（埼玉）要旨集、p. 293（2008-4）

【目的】近年、過栄養や運動不足による肥満人口の増加が様々な疾病をもたらしている。わが国におけるメタボリックシンドローム診断基準は、まず腹部肥満であることが第1ステップとされ、腹部肥満であることに焦点が当てられている。また脂肪肝は健診においても高頻度にとめられ、全身性のメタボリックシンドロームの肝臓での表現型であると言われている。特に、非アルコール性脂肪肝の存在が明らかになり、脂肪肝であっても、肝線維化や肝硬変に至る可能性が示唆されており、メタボリックシンドロームにおける脂肪肝の予後は良いとはいえない

い。本研究では血漿脂肪酸分析を行い、身体計測値、脂肪肝の有無、臨床検査値等の関連性について検討した。【方法】対象は平成19年6, 7月に岡山済生会総合病院健診センターにて健診受診した男性77名である。食事調査、身体計測、腹部超音波検査、採血を実施した。血漿脂肪酸はガスクロマトグラフィーで分析し、サイトケラチン-18はELISA法で、その他の臨床検査値は健診時のデータを用いた。【結果および考察】対象者77名のうち、腹囲85cm以上の腹部肥病者は52名で15名がメクボリックシンドロームに該当、予備群は25名であった。脂肪肝と診断されたのは77名のうち41名であった。血漿脂肪酸ではイコサトリエン酸(20:3n-6)が腹囲と有意の相関で、またアラキドン酸(20:4n-6)/イコサトリエン酸(20:3n-6)比と腹囲との間には、有意の負の相関を認めた。イコサトリエン酸は臨床検査値のAST, ALT, TG, 実測LDL-Choで正の相関を、HDL-ChoとAST/ALT比は負の相関を認めた。さらにサイトケラチン-18と正の相関を認めた。栄養調査では明らかな差は、今回は認められなかった。健診受診者の多くは、メクボリックシンドロームや脂肪肝と診断された。血漿脂肪酸組成の変化は食事との関連があり、今後さらに検討が必要である。

(46) 脂肪肝における血清サイトケラチン-18の上昇

林 真倫美、沖田美佐子、塚本幾代、富岡加代子、川上貴代、村上泰子、平松 信、糸島達也

第62回日本栄養・食糧学会大会(埼玉)要旨集、p. 289 (2008-4)

【目的】脂肪肝は健診において高頻度に認められる。脂肪肝の中には過栄養を基盤とした非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)が存在し、肝線維化から肝硬変、さらに肝癌への進展が示唆されており、脂肪肝の早期発見とともに適切な治療が望まれる。サイトケラチン-18(CK-18)は、カスパーゼによって切断され、血清CK-18断片はアポトーシスの指標とされ、NASHにおいても上昇することが報告されている。そこで、本研究では健診受診者の血清CK-18の測定を行い、脂肪肝の有無、肝機能検査値、身体計測値等との関連性について検討した。【方法】対象は、平成19年6, 7月に岡山済生会総合病院健診センターにて健診受診した男性77名である。栄養素等摂取状況調査、身体計測、腹部超音波検査、および採血を実施した。血清中のCK-18断片の濃度をモノクローナル抗体M30を用いたELISA法によって測定するとともに、肝機能検査(ALT, AST, γ -GTP)とTNF- α 濃度の定量を行った。【結果および考察】対象者77名のうち42名(55%)が腹部超音波検査にて脂肪肝と診断された。脂肪肝例では非脂肪肝例に比べ腹囲、BMI、体脂肪率が有意の高値を示し、腹囲85cm以上者は88%を占めた。肝機能検査値は γ -GTPを除いて脂肪肝例で有意の高値を示した(AST:脂肪肝例 35 ± 19 U/L、非脂肪

肝例 20 ± 8 U/L ($p < 0.001$)、AST: 脂肪肝例 25 ± 9 U/L、非脂肪肝例 19 ± 4 U/L ($p < 0.001$)。CK-18 (M30-antigen) は脂肪肝例(71.5 ± 50.3 U/L) が非脂肪肝例(49.8 ± 9.1 U/L) に比べ有意の高値であった ($p < 0.05$)。全対象および脂肪肝例において血清CK-18とBMI、ALT、ASTおよびTNF- α 値との間に有意の正相関を、AST/ALT比との関に有意の負相関を認めた。栄養素等摂取量に明らかな差は認められなかった。脂肪肝では、BMIの上昇によってAST/ALT比が低下するとともにCK-18 (M30-antigen) が上昇することから、早期の栄養学的介入が必要と考えられた。

(47) 台湾産の洛神花 (*Hibiscus sabadadariffa* L.) のin vitroにおける抗酸化について

松下 至、金行孝雄、村上泰子、中本賀寿夫、野田泰子、高山房子、万倉三蔵、森 昭胤

第62回日本栄養・食糧学会大会 (埼玉) 要旨集、p. 260 (2008-4)

[目的] 台湾産の洛神花 (*Hibiscus sabadadariffa* L.) のアントシアニンを精製し、主な成分としてcyanidin3-sambubiosideとdelphinidin3-sambubiosideであることを認めた。今回は台湾産の洛神花の抗酸化を検定するためにDPPH法、ORAC法および脂質過酸化法を用いて検討した。[方法] 洛神花を0.1%酢酸水溶液に浸漬し、抽出液からコスモシールC18-OPNを用いて、フラッシュクロマトにより25%メタノールおよび50%メタノール画分を得た。凍結乾燥した試料を用いて、以下の方法で検定した。DPPH法ではDPPH・エタノール溶液を使用した。EIA microtitrationplateを用い517nmの吸光度を測定した。ORAC法はR-phycoerythrinを用い、ORAC R00・assayにはAAPHを、ORAC CHO・assayにはH2O2-Cu2+を用い蛍光光度計にて測定した。脂質過酸化法ではラットホモジネートに過酸化水素水を加えてインキュベートした。生成したマロンアルデヒドと4-ヒドロキシアルケナールをLPO-586TM kitを用いて測定した。[結果] 洛神花の酸抽出試料においてDPPH法、脂質過酸化法およびORAC法を用いた検討の結果、いずれの方法においても、強い抗酸化活性作用を認めた。この活性はデルフェニジン3-ザンブビオースとシアニジン3-ザンブビオースによること、および抽出物中に未知の活性物質が存在することが示唆された。

(48) 健診受診者における脂肪肝有病者に関する検討～メタボリックシンドローム診断基準からみた考察～

村上泰子、富岡加代子、林 真愉美、三河麻里、川上貴代、中山敏子、沖田美佐子

【目的】脂肪肝はメタボリックシンドローム（MetS）の肝臓での表現型であると言える。そこで、健診受診者における、脂肪肝の有無と各種測定値との関連を検討した。【方法】対象は同意の得られた健診受診者、男性77名とした。対象者は腹部超音波検査による脂肪肝の有無によって、脂肪肝（－）群、脂肪肝（＋）群に、さらに腹部肥満（腹囲85cm以上）と脂肪肝の有無により、腹部肥満（－）脂肪肝（－）、腹部肥満（＋）脂肪肝（－）、腹部肥満（－）脂肪肝（＋）、腹部肥満（＋）脂肪肝（＋）とに分け、比較検討を行った。【結果】脂肪肝有病率は腹囲85cm以上、あるいはBMI 25以上の者で高率であったが、腹囲85cm未満者では低率であった。脂肪肝（＋）群は、脂肪肝（－）群に比べ、腹囲、BMI等で有意に高値を示した。臨床検査値でも、空腹時血糖、血中脂質、血圧で有意により異常値に近い値を示した。食生活状況では、脂肪肝の有無による明らかな差は認められなかった。腹部肥満と脂肪肝の有無による比較では、腹部肥満（－）脂肪肝（－）群に対し、腹部肥満（＋）脂肪肝（＋）群ではALT、AST、空腹時血糖、TG、血圧の明らかな高値とHDL-コレステロールの低値が認められた。腹部肥満（＋）脂肪肝（＋）群のうち、MetSおよびMetS予備群に該当する者は、腹部肥満（＋）脂肪肝（－）の各々、約2倍の割合を示した。また、腹部肥満（＋）脂肪肝（＋）群では体脂肪率や皮下脂肪厚はいずれの群よりも高値であった。【考察】腹囲85cm未満者では脂肪肝の有病率は低率であり、腹囲による肥満判定が脂肪肝のスクリーニングにも有用であることが示された。また、対象者の約4割を占める腹囲85cm以上かつ脂肪肝有病者で、脂肪蓄積やMetSリスク項目の悪化が認められ、早期の介入指導の必要性が示唆された。

- (49) メタボリックシンドロームの血清活性酸素消去能（ORAC）の検討
三河麻里、富岡加代子、林 真愉美、村上泰子、川上貴代、中山敏子、沖田美佐子

第55回日本栄養改善学会学術総会（鎌倉）、講演集、p. 144（2008-9）

【目的】生活習慣病の背景にあるメタボリックシンドローム（MetS）の主な原因として、肥満や代謝の異常などが指摘されている。さらに、活性酸素による酸化ストレスがMetSと合併する動脈硬化症の増悪にも関係しているといわれている。本研究では、MetSのより効果的な食事指導を遂行する目的で、人間ドック受診者のリスク分析を行った。【方法】人間ドック受診者を対象とし、食事調査および身体計測を行い、血漿リン脂質脂肪酸組成、血漿 α -トコフェロール濃度、血清活性酸素消去能（ORAC）を分析した。【結果】男性でMetSに該当する者は77名中14

名であり、女性20名に該当者はなかった。食事摂取状況では抗酸化ビタミンが不足しており、n-3系多価不飽和脂肪酸の不足も見られた。また、男性の腹部肥満(腹囲 ≥ 85 cm)群は非肥満群(腹囲 < 85 cm)と比較し、血糖、HbA1c、TG、血圧が高値を示し、HDL-choは低値を示した。血清ORAC値は、MetSの該当リスクが多いほど、上昇していたが、総コレステロール補正を行うと脂質代謝異常と逆相関を示した。

【考察】男性受診者において約2割がMetSで、さらに腹部肥満者は約7割であった。ORAC分析については、MetS群の抗酸化力は低下していなかったが、コレステロール補正すると脂質代謝異常と逆相関することから、酸化を受けやすい状態であることが考えられる。また、対象者全般にわたって、抗酸化ビタミン摂取は不足傾向にあり、摂取を増加させることが望ましい。今後はさらに介入研究として、抗酸化物質投与によるORAC値の改善効果の検討を試みたい。

B. 総説

(1) 圧力移動凍結した食品の物性と微細構造

淵上倫子、寺本あい、治部祐里

高圧力の科学の技術, 9, 191-198 (2008)

Food (i.e. vegetables, tofu, egg-custard gel, agar gel, gellan gum gel or kon-nyaku) was pressurized at 0.1 ~ 686 MPa and -20°C . After reduction of pressure, food was stored for 1 day at -30°C then thawed at 20°C . Texture and structure (cryo-SEM observation) were compared with the untreated control or food frozen in freezers (-20°C , -30°C or -80°C) at 0.1 MPa. Exothermic peaks were detected at 0.1, 100, 600 ~ 686 MPa (freezing). However, at 200 ~ 400 MPa, food was supercooled and froze rapidly with released pressure (pressure-shift-freezing). Therefore, the size of ice crystals in pressure-shift-frozen food was smaller than that of food frozen at other pressures. The textural behavior of food by freezing-thawing depended on the kind of food. Thus, pressure-shift-freezing at 200 ~ 400 MPa was effective in improving the quality of frozen food with the exception of kon-nyaku. With an increase of sugars, the appearance, texture and structure of all gels improved.

(2) 圧力晶析を用いた機能性材料の創製

山本英二

化学工学, 72, 140-144 (2008)

溶液あるいは融液に圧力をかけると溶解度や融点が変わる。圧力をかけて溶解度が減少する場合がほとんどであるが、場合によっては増加することもある。融点は圧力を加えると増加する、すなわち、融けにくくなるのが一般的であるが、氷のように圧力を加えると融点が下がる例もある。また、圧力がかかると分子運動は抑制される。このような圧力の影響を利用した結晶化分離を圧力晶析と呼ぶ。この圧力晶析の利点の一つは、パスカルの原理に示されるように、閉じ込められた液体の一部に圧力を加えると、その系全体に均一に圧力が伝わるので、瞬時にかつ均一に系を過飽和にしたり未飽和にしたりすることができることである。筆者の、圧力晶析を利用した機能性材料の創製をめざしていくつかの研究の中から水熱反応による α 酸化鉄の合成、圧力晶析による光学分割、酵素の結晶化、油脂の結晶化について総説した。

(3) 新しい米とその澱粉の性質

井ノ内直良

Foods & Food Ingredients Journal of Japan, 213, 884-896 (2008)

Structural and physicochemical properties of rice starches were investigated using 4 types of endosperm products, waxy, low amylose, medium amylose, and high amylose starches of new types of rice cultivars (tasty rice, aromatic rice, large-embryo rice, high-yield rice, colored rice, sugary rice, large-grain rice etc.) recently bred in the paddy fields of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. A highly negative relationship was found between the true amylose content and the peak viscosity measured by Rapid Visco Analyser (RVA) for non-waxy starches. In the group of high amylose starches, there were two types of rice starch samples with similar apparent amylose contents (about 30%), different contents of super long chains (SLC) in amylopectin, and different values in peak viscosity and setback of starches measured by RVA. Since there was a highly positive relationship between SLC contents and setback, the SLC in amylopectin seems to have a great influence on this parameter of starch. Both the side-chain length distribution within the short-chain range of amylopectin and the SLC content of amylopectin greatly influence the gelatinization temperature of rice starches. However, the SLC in amylopectin contributed to neither swelling nor dissolution of rice starches in water at 75°C. We propose a scheme of the relationship between the SLC and the Fr.A (DP6-12) contents of amylopectin as an aid to classification of endosperm starches of rice cultivars recently bred in Japan.

C. 著書

- (1) Blue Backs 料理の何でも小事典
日本調理科学会編、講談社、淵上倫子 p. 52-53、56-57、112-113、182-183、
198-199、286-287、(2008-9)
- 11 サトイモの皮をむくと手などがかゆくなることはなぜ？
13 ジャガイモ、ニンジンなどのシャトー切りや面取りはなんのため？
36 ジャガイモをゆでるのは水から？お湯から？
63 青菜をゆでたあと、冷水にとるのはなぜ？
70 サトイモを煮るときのふきこぼれを防ぐには？
103 果物によってジャムにしやすいものと、そうでないものがあるのはなぜ？
- (2) 微生物増殖学の現在・未来、福井作蔵・秦野琢之編（480 頁）、第 8 章、8-3 節
病原性菌（消化器系）の計数培養、
倉掛昌裕（分担）、p. 202~p. 207、地人書館（2008-10）
- (3) 応用栄養学
栄養マネジメント演習・実習
竹中 優、土江節子編、医歯薬出版株式会社、
石崎由美子 p. 53-61（授乳期の栄養）（2009-3）
- (4) エネルギーコントロールの栄養食事療法（糖尿病、肥満症）栄養食事療法シリーズ 1
平松智子（分担）、p. 38 ~p. 81、建帛社（2009-3）

D. その他

- (1) 植物由来成分サポニンの肥満抑制作用 未来をつくるバイオ（日本生物工学会編）
吉積一真、里内 清
学進出版、p. 90-91（2008-3）
- (2) 加工業務用低コスト栽培適性多収品種の米胚乳澱粉の性質解明
井ノ内直良
平成 19 年度（独）農業・食品産業技術総合研究機構プロジェクト研究「低コス

トで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発」4系(稲)推進会議(茨城)推進会議資料、p. 44-49 (2008-2)

- (3) デンプンの構造と物性、第 11 回応用糖質科学ワークショップー多糖類の構造・物性の解析と食品機能開発ー
井ノ内直良
第 11 回応用糖質科学ワークショップ資料集、p. 3-7 (2008)
- (4) 新規特性の評価と評価法の開発、コメデンプン特性の新たな評価法の確立および炊飯米特性との関連解析(作物名: イネ)
梅本貴之、井ノ内直良
農業生物資源ジーンバンク事業報告書 (2008)